

**STUDI PERENCANAAN JADWAL PELAKSANAAN
KONSTRUKSI MAIN DAM DAN BANGUNAN PELIMPAH
(SPILLWAY) PADA BENDUNGAN GONDANG KABUPATEN
KARANGANYAR PROVINSI JAWA TENGAH DENGAN
MENGUNAKAN MICROSOFT PROJECT MANAGER 2016**

SKRIPSI

**TEKNIK PENGAIRAN KONSENTRASI SISTEM INFORMASI
SUMBERDAYA AIR**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**DWANDIKA VICKY NEDITIA
NIM. 145060401111022**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG**

2019

LEMBAR PENGESAHAN

**STUDI PERENCANAAN JADWAL PELAKSANAAN
KONSTRUKSI MAIN DAM DAN BANGUNAN PELIMPAH
(SPILLWAY) PADA BENDUNGAN GONDANG KABUPATEN
KARANGANYAR PROVINSI JAWA TENGAH DENGAN
MENGUNAKAN MICROSOFT PROJECT MANAGER 2016**

**SKRIPSI
TEKNIK PENGAIRAN KONSENTRASI SISTEM INFORMASI
SUMBERDAYA AIR**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**DWANDIKA VICKY NEDITIA
NIM. 145060401111022**


Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing pada
tanggal 17 Januari 2019

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Pengairan


Dr. Ir. Ussy Andawayanti, MS.
NIP. 19610131 198609 2 001

Dosen Pembimbing


Ir. Suwanto Marsudi, MS.
NIP. 19611203 198603 1 004



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM SARJANA**



SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI

Nomor : 6/UN10.F07.14.11/TU/2019

Sertifikat ini diberikan kepada :

DWANDIKA VICKY NEDITIA

Dengan Judul Skripsi :

STUDI PERENCANAAN JADWAL PELAKSANAAN KONSTRUKSI MAIN DAM DAN BANGUNAN
PELIMPAH (SPILLWAY) PADA BENDUNGAN GONDANG KABUPATEN KARANGANYAR
PROVINSI JAWA TENGAH DENGAN MENGGUNAKAN MICROSOFT PROJECT MANAGER 2016

Telah dideteksi tingkat plagiasinya dengan kriteria toleransi $\leq 20\%$, dan
dinyatakan Bebas dari Plagiasi pada tanggal 1 FEBRUARI 2019



Ketua Jurusan Teknik Pengairan

Dr. Ir. Ussy Andawayanti, MS
NIP. 19640131 198609 2 001

Ketua Program Studi S1 Teknik Pengairan

Dr. Very Dermawan, ST., MT
NIP. 19730217 199903 1001



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK PENGAIRAN

Jl. Mayjend. Haryono no. 167, Malang, 65145, Indonesia

Telp & Fax : +62-341-562454

<http://pengairan.ub.ac.id> E-mail : pengairan@ub.ac.id

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang sepengetahuan saya, di dalam Naskah SKRIPSI ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam Naskah SKRIPSI ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia SKRIPSI ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (SARJANA TEKNIK/Strata-1) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

(Peraturan Menteri Pendidikan Nasional RI No. 17 Tahun 2010, Pasal 12 dan Pasal 13)

Malang,
Mahasiswa



Nama : Dwandika Vicky Neditia

NIM : 145060401111022

Jurusan: TEKNIK PENGAIRAN

RINGKASAN

Dwandika Vicky Neditia, Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Desember 2018, *Studi Perencanaan Jadwal Pelaksanaan Konstruksi Main Dam dan Bangunan Pelimpah (Spillway) pada Bendungan Gondang Kabupaten Karanganyar Provinsi Jawa Tengah dengan Menggunakan Microsoft Project Manager 2016*. Dosen Pembimbing: Ir. Suwanto Marsudi, MS.

Pembangunan Bendungan Gondang berfungsi sebagai salah satu alternatif pemenuhan ketersediaan air irigasi dan air baku di wilayah Kabupaten Karanganyar. Proyek Bendungan Gondang mempunyai kompleksitas pekerjaan yang cukup tinggi, baik dari segi sumber daya yang digunakan maupun segi jenis pekerjaan. Sehingga diperlukan optimasi penjadwalan yang fleksibel agar mampu diterapkan di lapangan. Dengan begitu jadwal pelaksanaan konstruksi pada Bendungan Gondang tidak mengalami keterlambatan. Untuk mendapatkan penjadwalan yang optimal dalam segi efisiensi waktu, biaya, sumber daya, maka digunakan program *Microsoft Project Manager 2016* untuk dapat memaksimalkan kegiatan yang dapat dioptimalkan dalam suatu penjadwalan.

Dalam studi ini, lingkup pekerjaan yang dianalisa adalah pelaksanaan konstruksi *main dam* dan *spillway* pada Bendungan Gondang. Sebelum dapat membuat jadwal proyek, langkah awal yang harus dilakukan adalah menentukan metode pelaksanaan pekerjaan, menghitung volume pekerjaan berdasarkan gambar detail desain, menghitung produktivitas alat yang digunakan. Setelah itu melakukan analisa harga satuan pekerjaan dengan memperhitungkan harga upah, harga material, dan sewa alat untuk mendapatkan harga satuan pekerjaan. Selanjutnya adalah perhitungan rencana anggaran biaya, mengestimasi durasi beserta hubungan ketergantungan antar pekerjaan dan melakukan analisa kebutuhan sumber daya. Dengan melakukan *input* berupa jenis, durasi, logika ketergantungan pekerjaan, dan kebutuhan sumber daya setiap pekerjaan akan didapatkan jadwal proyek beserta kegiatan yang masih dapat dioptimalkan. Sebelum melakukan percepatan, dilakukan optimasi terlebih dahulu jadwal proyek yang sudah didapatkan dengan melakukan evaluasi terhadap logika ketergantungan pekerjaan dan kebutuhan sumber daya. Berdasarkan survei di lapangan, terdapat dua alternatif yang memungkinkan dilakukan yaitu alternatif penambahan jam kerja dan penambahan sumber daya.

Berdasarkan hasil penjadwalan pelaksanaan konstruksi *main dam* dan *spillway* pada Bendungan Gondang dengan durasi 1095 hari didapatkan anggaran biaya sebesar **Rp. 361.915.427.000,00**. Setelah dilakukan percepatan jadwal dengan menggunakan alternatif penambahan jam kerja, didapatkan jadwal proyek dengan durasi 810 hari dengan anggaran biaya sebesar **Rp. 363.139.970.000,00** inefisiensi anggaran awal sebesar 0,34%. Sedangkan percepatan jadwal dengan menggunakan alternatif penambahan sumber daya dengan durasi yang sama didapatkan anggaran biaya sebesar **Rp. 361.295.664.000,00** efisiensi anggaran awal sebesar 0,17%. Maka dapat ditarik kesimpulan alternatif yang dipilih untuk percepatan jadwal konstruksi *main dam* dan *spillway* pada Bendungan Gondang adalah alternatif penambahan sumber daya.

Kata Kunci: Efisiensi, Penjadwalan, Jam Kerja, Sumber daya, Percepatan, *Microsoft Project Manager 2016*

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

SUMMARY

Dwandika Vicky Neditia, *Water Resources Engineering Departmen, Faculty of Engineering, Brawijaya University, December 2018, The Schedulling Study on the Construction Implementation of Main Dam and Spillway at Gondang Dam Karanganyar Regency Middle Java Province Using Microsoft Project Manager 2016. Academic Supervisor: Ir. Suwanto Marsudi, MS.*

Gondang dam construction serves as the one alternative fulfillment of irrigation water and water standard needs in the region of Karanganyar Regency. The complexity of Gondang dam construction is quite high, both in terms of resources used and in terms of type of work. According to that, flexible schedulling management is required to be applied in the field. Therefore, the schedule of Gondang dam construction not experiencing delay. To get optimal schedulling in terms of time efficiency, cost, resources, the Microsoft Project Manager 2016 is used to find out which activities can be optimized in a schedulling.

In this study, the scope of work to be analyzed is implementation of main dam and spillway construction on Gondang dam. Before can make a project schedulle, the first step should be to determine the implementation method of each job, the volume of work by detail design image, productivity tools that will be used. Subsequently, unit cost analysis is done calculating wages, materials, and rental tools to get the unit cost. The next step is to determine budget plan, estimate the duration of the work along with the interdependence relationship between jobs and analyze the resources needs. By inputting in the form of type, duration, dependency logic, and resource requirements of each activity will be obtained project schedulle along with activities that can still be optimized. Before accelerating the optimization of project schedulle ha to be done by re-evaluating the logic of work dependence and resource requirement. Based on the results of the field survey, two alternative we made possible, namely the addition of working hours and addition of resources.

*Based on scheduling result, the budget plan of main dam and spillway on Gondang dam is **Rp. 361.915.427.000,00..** With duration of 1095 days. After the acceleration of the project schedule using the addition of working hours, the budget plan of the project schedule is **Rp. 363.139.970.000,00** with the duration of 810 days and inefficiency the initial budget plan as 0,34%. While the acceleration of the project schedule using addition of resources with the same duration, the budget plan of the project schedulle is **Rp. 361.295.664.000,00** with efficiency the initial budget plan as 0,17%. Based on the results, the selected alternative for the project schedule acceleration of main dam and spillway construction on Gondang dam is the addition of resources.*

Keywords: *Efficiency, Schedulle, Overtime , Resources, Crashing, and Microsoft Project Manager 2016*

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah SWT yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, penulis panjatkan puji syukur atas kehadiran-Nya yang telah melimpahkan rahmat, hidayah dan inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi dengan judul **“Studi Perencanaan Jadwal Pelaksanaan Konstruksi Main Dam dan Bangunan Pelimpah (*Spillway*) Pada Bendungan Gondang Kabupaten Karanganyar Provinsi Jawa Tengah dengan Menggunakan *Microsoft Project Manager 2016*”** dengan baik.

Proposal skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat yang harus ditempuh mahasiswa Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam pengerjaan proposal skripsi ini masih terdapat kekurangan sehingga proposal skripsi ini masih belum sempurna.

Dengan rasa rendah hati, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Suwanto Marsudi, MS. Sebagai dosen pembimbing yang telah banyak memberi masukan, bimbingan dan waktunya selama penulis menyelesaikan proposal skripsi ini.
2. Bapak Dr. Ir. Pitojo Tri Juwono, MT. Sebagai dosen penguji yang telah memberikan masukan serta saran yang membangun mengenai proposal skripsi ini.
3. Bapak Dr. Runi Asmaranto, ST., MT. Sebagai dosen penguji yang telah memberikan masukan serta saran yang membangun mengenai proposal skripsi ini.
4. Ibu Dr. Eng. Evi Nur Cahya, ST., MT. Sebagai dosen penguji yang telah memberikan masukan serta saran yang membangun mengenai proposal skripsi ini.
5. Kedua orang tua, keluarga besar saya yang selalu memberikan do'a dan motivasi sehingga penulis bisa menyelesaikan proposal skripsi ini.
6. Semua teman-teman KBMP khususnya angkatan 2014 yang banyak membantu penulis dalam proses penulisan skripsi ini.

Akhir kata penulis berharap semoga proposal skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Malang, Januari 2019

Penyusun

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
RINGKASAN.....	xiii
SUMMARY	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah	2
1.3. Rumusan Masalah	2
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Tujuan	4
1.6. Manfaat	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Pengertian Manajemen Proyek	5
2.1.1. Proyek	5
2.1.2. Manajemen Proyek	5
2.2. Metode Pelaksanaan Pekerjaan	7
2.3. Pekerjaan Tubuh Bendungan	8
2.3.1. Tahapan Persiapan	9
2.3.2. Tahapan <i>Dewatering</i> Bendungan	9
2.3.3. Tahapan <i>Land Clearing, Grubbing, and stripping</i>	10
2.3.4. Tahapan Galian Tanah dan Batu	11
2.3.5. Tahapan Timbunan	12
2.3.5.1. Tipe Bendungan Urugan	12
2.3.5.2. Peralatan Untuk Pemadatan	13
2.3.5.3. Uji Coba Timbunan (<i>Trial Embankment</i>)	13
2.3.5.4. Timbunan Kedap Air dan Semi Kedap Air	14

2.3.5.5. Pemadatan di Daerah Terbatas	15
2.3.5.6. Urugan Batu	16
2.3.5.7. Urugan Tanah Terpadatkan	17
2.3.5.8. Urutan Pelaksanaan Penmbunan Bendungan	17
2.3.5.9. Perlindungan Lereng	18
2.3.5.10. Perlindungan Permukaan Galian dan Sandaran	20
2.4. Pekerjaan Bangunan Pelimpah (<i>Spillway</i>)	21
2.4.1. Bagian-Bagian Bangunan Pelimpah (<i>Spillway</i>)	21
2.4.2. Pekerjaan Galian	21
2.4.3. Pekerjaan Perbaikan Permukaan Pondasi	21
2.4.4. Pekerjaan Drainasi Pondasi	22
2.4.5. Persiapan Pekerjaan Beton	23
2.4.6. Pekerjaan Pembetonan	23
2.4.6.1. Pelaksanaan Lantai Kerja	23
2.4.6.2. Pelaksanaan Pembetonan Lapis Horisontal	23
2.4.6.3. Pelaksanaan Sambungan Horisontal	24
2.4.6.4. Perawatan Beton	24
2.4.6.5. Pengawasan di Tempat Pencampuran Beton	24
2.4.6.6. Pengawasan Pekerjaan di Lokasi Pembetonan	24
2.5. Produktivitas Alat Berat	25
2.5.1. Metode Perhitungan Alat Berat	26
2.5.2. Perhitungan Produktivitas Alat Berat	29
2.6. Produktivitas Pekerja	42
2.7. Durasi Pekerjaan	43
2.8. Biaya Pelaksanaan Proyek	44
2.8.1. Biaya Langsung (<i>Direct Cost</i>)	44
2.8.2. Biaya Tidak Langsung (<i>Indirect Cost</i>)	44
2.9. Analisa Harga Satuan Pekerjaan	45
2.10. Alokasi Sumber Daya Terpakai	47
2.11. Logika Ketergantungan Pekerjaan	47
2.12. <i>Network Planning</i> (Perencanaan Jaringan Kerja)	48
2.12.1. Definisi <i>Network Planning</i>	48
2.12.2. Manfaat <i>Network Planning</i>	49

2.12.3. Dasar-Dasar <i>Network Planning</i>	49
2.12.4. <i>Network Diagram</i>	50
2.13. Menentukan Jadwal Pelaksanaan Proyek	58
2.14. Kurva S	60
2.15. Penerapan Aplikasi dan Proyek Konstruksi	61
2.15.1. <i>Microsoft Project Manager 2016</i>	62
2.15.2. Penggunaan <i>Microsoft Project Manager 2016</i>	63
2.15.3. Kelebihan dan Kekurangan <i>Microsoft Project Manager 2016</i>	65

BAB III METODOLOGI

3.1. Kondisi Daerah Studi	67
3.2. Kondisi Geologi Studi	68
3.3. Lingkup Pekerjaan	70
3.4. Data yang Dibutuhkan	71
3.5. Tahapan Pengerjaan	72
3.6. Diagram Alir Pekerjaan Skripsi	73
3.7. Diagram Alir Penjadwalan dengan <i>Microsoft Project Manager 2016</i>	74

BAB IV PEMBAHASAN

4.1. Metode Pelaksanaan Pekerjaan	75
4.1.1. Metode Pelaksanaan Pekerjaan Bendungan Utama (<i>Main Dam</i>)	75
4.1.1.1. Pekerjaan Dewatering Pelaksanaan Bendungan	76
4.1.1.2. Pekerjaan Galian <i>Main Dam</i>	76
4.1.1.3. <i>Treatment</i> Pondasi Bendungan	79
4.1.1.4. Pekerjaan Timbunan <i>Main Dam</i>	80
4.1.1.5. Pekerjaan Perkerasan Puncak Bendungan	84
4.1.2. Metode Pelaksanaan Pekerjaan Bangunan Pelimpah (<i>Spillway</i>)	85
4.1.2.1. Pekerjaan Galian <i>Spillway</i>	87
4.1.2.2. Pekerjaan <i>Grouting</i>	87
4.1.2.3. Pekerjaan Pembetonan	87
4.1.2.4. Pekerjaan Pasangan	90
4.2. Pelaksanaan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)	91
4.3. Rencana Kerja Pelaksanaan Proyek	92
4.3.1. Perhitungan Volume Pekerjaan	92
4.3.2. Perhitungan Produktivitas Alat Berat	98

4.3.3. Analisa Harga Satuan Pekerjaan	115
4.3.4. Analisa Perhitungan Rencana Anggaran Biaya.....	118
4.3.5. Perhitungan Estimasi Durasi Pekerjaan	122
4.3.6. Logika Ketergantungan Pekerjaan	123
4.3.7. Analisa Kebutuhan Sumber Daya	124
4.4. Penjadwalan Proyek dengan Program <i>Microsoft Project Manager 2016</i> ...	135
4.4.1. Penyusunan Jaringan Kerja (<i>Network Planning</i>)	135
4.4.2. Optimasi Jadwal Proyek	140
4.5. Analisa Percepatan Jadwal Proyek.....	174
4.5.1. Alternatif Percepatan Jadwal Proyek	175
4.5.1.1. Percepatan Jadwal Proyek dengan Penambahan Jam Kerja	176
4.5.1.2. Percepatan Jadwal Proyek dengan Penambahan Sumber Daya	195
4.5.2. Analisa Kegiatan Setelah Percepatan Jadwal Proyek	209
4.5.2.1. Analisa Kegiatan Setelah Penambahan Jam Kerja	209
4.5.2.2. Analisa Kegiatan Setelah Penambahan Sumber Daya	216
4.6. Evaluasi Perubahan Waktu dan Biaya Setelah Dipercepat	221
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan.....	223
5.2. Saran.....	225
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1.	Tipe Bangunan Pelimpah	21
Tabel 2.2.	Faktor Konversi Bahan untuk Volume Tanah / Bahan Berbutir	27
Tabel 2.3.	Faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas alat	28
Tabel 2.4.	Faktor efisiensi alat <i>Buldozzer</i>	30
Tabel 2.5.	Faktor Pisau <i>Buldozzer</i>	30
Tabel 2.6.	Faktor Bucket untuk <i>Excavator</i>	32
Tabel 2.7.	Faktor Konversi Galian untuk Alat <i>Excavator</i>	32
Tabel 2.8.	Faktor Efisiensi Kerja Alat <i>Excavator</i>	32
Tabel 2.9.	Faktor Efisiensi Alat <i>Dump Truck</i>	33
Tabel 2.10.	Kecepatan <i>Dump Truck</i> dan Kondisi Lapangan	33
Tabel 2.11.	Faktor Efisiensi Kerja Alat (F_a) <i>Motor Grader</i>	35
Tabel 2.12.	Faktor Bucket untuk <i>Wheel Loader</i> dan <i>Track Loader</i>	37
Tabel 2.13.	Kecepatan, Lebar Pemadatan dan Jumlah Lintasan Alat Pemadatan	38
Tabel 4.1.	Tipe Bangunan Pelimpah	86
Tabel 4.2.	Perhitungan Volume Pekerjaan <i>Main Dam</i>	93
Tabel 4.3.	Perhitungan Volume Pekerjaan <i>Spillway</i>	95
Tabel 4.4.	Rekapitulasi Perhitungan Volume Pekerjaan <i>Main Dam</i> dan <i>Spillway</i>	97
Tabel 4.5.	Harga Satuan Pekerjaan <i>Main Dam</i> dan <i>Spillway</i> Bendungan Gondang ...	116
Tabel 4.6.	Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan Konstruksi <i>Main Dam</i> dan <i>Spillway</i> pada Bendungan Gondang	119
Tabel 4.7.	Estimasi Durasi Pekerjaan dan Logika Ketergantungan Pekerjaan.....	123
Tabel 4.6.	Analisa Kebutuhan Sumber Daya Pekerjaan Konstruksi <i>Main Dam</i> dan <i>Spillway</i> pada Bendungan Gondang	127
Tabel 4.8.	Estimasi Durasi Pekerjaan dan Logika Ketergantungan Pekerjaan Setelah Optimasi	140
Tabel 4.9.	Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan Konstruksi <i>Main Dam</i> dan <i>Spillway</i> pada Bendungan Gondang Setelah Optimasi	142
Tabel 4.10.	Analisa Kebutuhan Sumber Daya Pekerjaan Konstruksi <i>Main Dam</i> dan	

<i>Spillway</i> pada Bendungan Gondang Setelah Optimasi	145
Tabel 4.11. Lintasan Kritis Pekerjaan Tanpa Alternatif	174
Tabel 4.12. Perhitungan Upah Kerja Lembur	176
Tabel 4.13. Analisa Durasi Pekerjaan Pelaksanaan Konstruksi Main Dam dan Spillway pada Bendungan Gondang dengan Penambahan Jam Kerja	179
Tabel 4.14. Analisa Kebutuhan Sumber Daya Pekerjaan Pelaksanaan Konstruksi Main Dam dan Spillway pada Bendungan Gondang dengan Penambahan Sumber Daya	197
Tabel 4.15. Perubahan Durasi Setelah Kegiatan Dipercepat	210
Tabel 4.16. Perbandingan Harga Satuan Pekerjaan pada Bendungan Gondang dengan Penambahan Jam Kerja	211
Tabel 4.17. Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan Konstruksi Main Dam dan Spillway Pada Bendungan Gondang dengan Penambahan Jam Kerja	213
Tabel 4.18. Penambahan Kebutuhan Sumber Daya Setelah Kegiatan Dipercepat	216
Tabel 4.19. Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan Konstruksi Main Dam dan Spillway Pada Bendungan Gondang dengan Penambahan Sumber Daya	218
Tabel 4.20. Perbandingan Biaya Waktu Normal dengan Waktu Dipercepat	221

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1.	Sistem Manajemen Proyek Konstruksi	7
Gambar 2.2.	Tipe Bendungan Urugan	12
Gambar 2.3.	Urutan Ketinggian Penimbunan Bendungan Urugan	18
Gambar 2.4.	Pemasangan Besi Angkur	22
Gambar 2.5.	<i>Bulldozer</i>	29
Gambar 2.6.	<i>Excavator</i>	31
Gambar 2.7.	<i>Dump Truck</i>	32
Gambar 2.8.	<i>Motor Grader</i>	34
Gambar 2.9.	<i>Water Tanker</i>	35
Gambar 2.10.	<i>Vibration Roller</i>	36
Gambar 2.11.	<i>Wheel Loader</i>	37
Gambar 2.12.	<i>Three Wheel Loader</i>	38
Gambar 2.13.	<i>Air Compressor</i>	39
Gambar 2.14.	<i>Butching Plant</i>	40
Gambar 2.15.	<i>Concrete Mixer</i>	41
Gambar 2.16.	<i>Concrete Pump</i>	42
Gambar 2.17.	Skema Penentuan Harga Satuan Pekerjaan.....	47
Gambar 2.18.	Hubungan Kegiatan dan Kejadian pada ADM.....	51
Gambar 2.19.	ES, LS, EF, dan LF.....	52
Gambar 2.20.	Perhitungan Maju Menggunakan Metode ADM.....	53
Gambar 2.21.	Perhitungan Mundur Menggunakan Metode ADM.....	54
Gambar 2.22.	Macam-macam Bentuk Model Node PDM.....	55
Gambar 2.23.	Contoh Diagram Balok (<i>Barchart</i>).....	58
Gambar 2.24.	Contoh Tampilan Kurva S.....	61
Gambar 2.25.	Tampilan Awal Program <i>Microsoft Project Manager 2016</i>	64
Gambar 3.1.	Peta Lokasi Studi.....	68
Gambar 3.2.	Foto Rencana As Bendungan Gondang.....	69
Gambar 3.3.	Foto Pelaksanaan Konstruksi Bendungan Gondang.....	69
Gambar 3.4.	Diagram Alir Pengerjaan Skripsi.....	73

Gambar 3.5. Diagram Alir Penjadwalan dengan <i>Microsofot Project Manager 2016</i>	74
Gambar 4.1. Lokasi Konstruksi <i>Main Dam</i> Bendungan Gondang	75
Gambar 4.2. Potongan Memanjang <i>Main Dam</i> Bendungan Gondang.....	76
Gambar 4.3. Pola Penempatan Grouting	80
Gambar 4.4. Potongan Memanjang Bendungan terhadap Grouting	80
Gambar 4.5. Tipe Bendungan Urugan	81
Gambar 4.6. Urutan Ketinggian Penimbunan Bendungan Urugan	84
Gambar 4.7. Lokasi Konstruksi <i>Spillway</i> Bendungan Gondang.....	86
Gambar 4.8. Potongan Memanjang <i>Spillway</i> Bendungan Gondang	87
Gambar 4.9. Tampilan Lembar Kerja Baru.....	135
Gambar 4.10. Penyusunan Kalender Kerja Proyek.....	136
Gambar 4.11. Penentuan Tanggal Dimulainya Proyek.	137
Gambar 4.12. Penyusunan Jaringan Kerja.	138
Gambar 4.13. Sumber Daya yang Dibutuhkan Selama Proyek.	139
Gambar 4.14. Penetapan Sumber Daya yang Dibutuhkan	139
Gambar 4.15. Grafik Pekerja Sebelum Optimasi	153
Gambar 4.16. Grafik Pekerja Setelah Optimasi	153
Gambar 4.17. Grafik Mandor Sebelum Optimasi	154
Gambar 4.18. Grafik Mandor Setelah Optimasi	154
Gambar 4.19. Grafik Tukang Sebelum Optimasi.....	155
Gambar 4.20. Grafik Tukang Setelah Optimasi	155
Gambar 4.21. Grafik Kepala Tukang Sebelum Optimasi	156
Gambar 4.22. Grafik Kepala Tukang Setelah Optimasi.....	156
Gambar 4.23. Grafik <i>Bulldozer</i> Sebelum Optimasi	157
Gambar 4.24. Grafik <i>Bulldozer</i> Setelah Optimasi.....	157
Gambar 4.25. Grafik <i>Excavator</i> Sebelum Optimasi	158
Gambar 4.26. Grafik <i>Excavator</i> Setelah Optimasi.....	158
Gambar 4.27. Grafik <i>Excavator with Hydrolic Breaker</i> Sebelum Optimasi	159
Gambar 4.28. Grafik <i>Excavator with Hydrolic Breaker</i> Setelah Optimasi.....	159
Gambar 4.29. Grafik <i>Dump Truck</i> Sebelum Optimasi.....	160
Gambar 4.30. Grafik <i>Dump Truck</i> Setelah Optimasi	160
Gambar 4.31. Grafik <i>Motor Grader</i> Sebelum Optimasi	161
Gambar 4.32. Grafik <i>Motor Grader</i> Setelah Optimasi	161

Gambar 4.33. Grafik <i>Water Tanker</i> Sebelum Optimasi	162
Gambar 4.34. Grafik <i>Water Tanker</i> Setelah Optimasi	162
Gambar 4.35. Grafik <i>Vibratory Roller</i> Sebelum Optimasi.....	163
Gambar 4.36. Grafik <i>Vibratory Roller</i> Setelah Optimasi.....	163
Gambar 4.37. Grafik <i>Wheel Loader</i> Sebelum Optimasi.....	164
Gambar 4.38. Grafik <i>Wheel Loader</i> Setelah Optimasi.....	164
Gambar 4.39. Grafik <i>Three Wheel Roller</i> Sebelum Optimasi.....	165
Gambar 4.40. Grafik <i>Three Wheel Roller</i> Setelah Optimasi	165
Gambar 4.41. Grafik <i>Asphalt Sprayer</i> Sebelum Optimasi	166
Gambar 4.42. Grafik <i>Asphalt Sprayer</i> Setelah Optimasi.....	166
Gambar 4.43. Grafik <i>Air Compressor</i> Sebelum Optimasi.....	167
Gambar 4.44. Grafik <i>Air Compressor</i> Setelah Optimasi.....	167
Gambar 4.45. Grafik <i>Compressor</i> Sebelum Optimasi.....	168
Gambar 4.46. Grafik <i>Compressor</i> Setelah Optimasi.....	168
Gambar 4.47. Grafik <i>Batching Plant</i> Sebelum Optimasi	169
Gambar 4.48. Grafik <i>Batching Plant</i> Setelah Optimasi	169
Gambar 4.49. Grafik <i>Water Pump</i> Sebelum Optimasi	170
Gambar 4.50. Grafik <i>Water Pump</i> Setelah Optimasi	170
Gambar 4.51. Grafik <i>Concrete Mixer</i> Sebelum Optimasi	171
Gambar 4.52. Grafik <i>Concrete Mixer</i> Setelah Optimasi	171
Gambar 4.53. Grafik <i>Concrete Vibrator</i> Sebelum Optimasi.....	172
Gambar 4.54. Grafik <i>Concrete Vibrator</i> Setelah Optimasi	172
Gambar 4.55. Grafik <i>Concrete Pump</i> Sebelum Optimasi	173
Gambar 4.56. Grafik <i>Concrete Pump</i> Setelah Optimasi	173
Gambar 4.57. Grafik Pekerja Setelah Penambahan Jam Kerja	185
Gambar 4.58. Grafik Mandor Setelah Penambahan Jam Kerja.....	185
Gambar 4.59. Grafik Tukang Setelah Penambahan Jam Kerja	186
Gambar 4.60. Grafik Kepala Tukang Setelah Penambahan Jam Kerja.....	186
Gambar 4.61. Grafik <i>Bulldozer</i> Setelah Penambahan Jam Kerja.....	187
Gambar 4.62. Grafik <i>Excavator</i> Setelah Penambahan Jam Kerja.....	187
Gambar 4.63. Grafik <i>Excavator with Hydraulic Breaker</i> Setelah Penambahan Jam Kerja	188
Gambar 4.64. Grafik <i>Dump Truck</i> Setelah Penambahan Jam Kerja	188

Gambar 4.65. Grafik <i>Motor Grader</i> Setelah Penambahan Jam Kerja	189
Gambar 4.66. Grafik <i>Water Tanker</i> Setelah Penambahan Jam Kerja	189
Gambar 4.67. Grafik <i>Vibratory Roller</i> Setelah Penambahan Jam Kerja	190
Gambar 4.68. Grafik <i>Wheel Loader</i> Setelah Penambahan Jam Kerja	190
Gambar 4.69. Grafik <i>Three Wheel Roller</i> Setelah Penambahan Jam Kerja.....	191
Gambar 4.70. Grafik <i>Asphalt Sprayer</i> Penambahan Jam Kerja	191
Gambar 4.71. Grafik <i>Air Compressor</i> Setelah Penambahan Jam Kerja	192
Gambar 4.72. Grafik <i>Compressor</i> Setelah Penambahan Jam Kerja	192
Gambar 4.73. Grafik <i>Batching Plant</i> Setelah Penambahan Jam Kerja.....	193
Gambar 4.74. Grafik <i>Water Pump</i> Setelah Penambahan Jam Kerja.....	193
Gambar 4.75. Grafik <i>Concrete Mixer</i> Setelah Penambahan Jam Kerja.....	194
Gambar 4.76. Grafik <i>Concrete Vibrator</i> Setelah Penambahan Jam Kerja.....	194
Gambar 4.77. Grafik <i>Concrete Pump</i> Setelah Penambahan Jam Kerja	195
Gambar 4.78. Grafik Pekerja Setelah Penambahan Sumber Daya	203
Gambar 4.79. Grafik Mandor Setelah Penambahan Sumber Daya.....	203
Gambar 4.80. Grafik Tukang Setelah Penambahan Sumber Daya	204
Gambar 4.81. Grafik Kepala Tukang Setelah Penambahan Sumber Daya	204
Gambar 4.82. Grafik <i>Bulldozer</i> Setelah Penambahan Sumber Daya	205
Gambar 4.83. Grafik <i>Excavator</i> Setelah Penambahan Sumber Daya	205
Gambar 4.84. Grafik <i>Excavator with Hydraulic Breaker</i> Setelah Penambahan Sumber Daya	206
Gambar 4.85. Grafik <i>Dump Truck</i> Setelah Penambahan Sumber Daya	206
Gambar 4.86. Grafik <i>Vibratory Roller</i> Setelah Penambahan Sumber Daya	207
Gambar 4.87. Grafik <i>Wheel Loader</i> Setelah Penambahan Sumber Daya	207
Gambar 4.88. Grafik <i>Batching Plant</i> Setelah Penambahan Sumber Daya	208
Gambar 4.89. Grafik <i>Concrete Vibrator</i> Setelah Penambahan Sumber Daya	208
Gambar 4.90. Grafik <i>Concrete Pump</i> Setelah Penambahan Sumber Daya	209

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Ketahanan pangan (*food security*) merupakan salah satu prioritas dari misi pemerintah dalam pembangunan struktur di Indonesia. Hal ini dijelaskan dalam peraturan presiden no.5 tahun 2010 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) yang menyebutkan bahwa prioritas nasional kelima adalah ketahanan pangan (*food security*). Implementasi pemerintah untuk menangani hal ini adalah dengan cara pembangunan 65 bendungan yang saat ini tersebar di seluruh Indonesia untuk menangani kebutuhan air untuk air irigasi, air baku, dan Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA). Oleh karena itu, pembangunan bendungan penting untuk dilaksanakan dalam rangka mewujudkan misi pemerintah bendungan sebagai salah satu infrastruktur yang dapat mendukung ketahanan pangan (*food security*) di Indonesia.

Proyek pada umumnya memiliki batas waktu penyelesaian (*deadline*) dengan harapan proyek dapat diselesaikan tepat atau lebih cepat dari waktu yang direncanakan. Berkaitan dengan waktu penyelesaian proyek ini, maka ketepatan waktu penyelesaian proyek merupakan tujuan yang penting baik untuk pihak pemilik proyek maupun pihak pelaksana proyek. Demi tercapainya tujuan sebuah proyek yang selesai tepat pada waktunya dibutuhkan manajemen yang dapat mengelola proyek dari awal dimulainya hingga proyek berakhir, yaitu manajemen proyek. Manajemen proyek memiliki sifat istimewa, dimana waktu kerja manajemen dibatasi oleh kesesuaian jadwal yang telah ditentukan.

Pengoptimalan sumber daya yang ada secara efisien dan efektif dan dapat mengaplikasikan fungsi manajemen proyek seperti perencanaan, pelaksanaan, dan penerapan secara sistematis, maka pelaksanaan suatu proyek dapat berjalan sesuai yang direncanakan. Keberhasilan suatu proyek konstruksi sangat dipengaruhi oleh kejelian dan ketelitian dalam proses perencanaan proyek untuk merencanakan jadwal pelaksanaan suatu proyek konstruksi. Selain itu, penyusunan rencana anggaran biaya (RAB) suatu proyek yang sesuai dengan perkiraan (*estimasi*) juga merupakan salah satu faktor keberhasilan suatu proyek.

Wilayah Kabupaten Karanganyar terletak di bagian timur Provinsi Jawa Tengah dan merupakan daerah yang relatif sedikit sumber air yang tersedia pada musim kemarau. Dari

keterbatasan sumber air tersebut, perlu dibangun sebuah bendungan yang berfungsi untuk menampung air selama musim hujan agar air yang mengalir pada sungai dapat dimanfaatkan pada saat musim kemarau. Selain itu dengan adanya pembangunan bendungan, dapat membantu dalam pelestarian air tanah sehingga hutan-hutan dapat dikembangkan lagi yang pada akhirnya hutan-hutan tersebut dapat ikut berperan dalam pelestarian sumber-sumber air yang ada.

Berdasarkan kajian-kajian diatas, proyek Bendungan Gondang Kabupaten Karanganyar Provinsi Jawa Tengah dalam penanganannya memerlukan rancangan dan program pembangunan tersendiri untuk mewujudkannya. Proyek bendungan mempunyai karakteristik yang berbeda dengan proyek lainnya. Dengan adanya karakteristik yang berbeda, maka proyek bendungan ini memiliki tingkat konsekuensi yang dapat ditanggulangi dengan adanya teknik atau manajemen yang lebih *fleksibel* agar dapat diaplikasikan dalam berbagai jenis proyek. Sebuah proyek memiliki tahapan pekerjaan yang biasa disebut dengan metode pelaksanaan pekerjaan. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu bentuk manajemen dalam hal pengaturan sumber daya (material, peralatan, dan manusia) dalam pelaksanaan pekerjaan proyek.

1.2. Identifikasi Masalah

Proyek bendungan Gondang Kabupaten Karanganyar merupakan salah satu proyek yang mempunyai kompleksitas pekerjaan yang cukup tinggi, baik dari segi sumber daya yang digunakan maupun segi jenis pekerjaan. Sehingga dalam pelaksanaan pekerjaannya muncul kendala yang mungkin terjadi.

Pada penelitian ini penulis membuat sebuah bentuk optimasi penentuan biaya dan waktu dengan menggunakan 2 alternatif yaitu alternatif penambahan sumber daya (tenaga kerja, alat berat), dan alternatif penambahan waktu kerja (lembur). Permasalahan yang akan dikaji dalam studi ini yaitu pemakaian program *Microsoft Project Manager 2016* untuk menyelesaikan ketergantungan antar kegiatan yang melibatkan banyak faktor pendukung dan tentunya diperlukan cara pengaturan, pengendalian, dan penjadwalan yang tepat dengan tetap memperhatikan kualitas, waktu, dan biaya dari proyek sehingga mampu menentukan waktu dan biaya yang paling efektif dan efisien berdasarkan optimasi jadwal proyek.

1.3. Rumusan Masalah

Dari kajian latar belakang dan rumusan masalah diatas, dapat dirumuskan beberapa rumusan masalah sebagai berikut :

1. Berapakah perbandingan jumlah rencana anggaran biaya (RAB) untuk pelaksanaan konstruksi *main dam* dan *spillway* pada Bendungan Gondang sebelum dan setelah dilakukan percepatan durasi?
2. Berapakah jumlah sumber daya yang dibutuhkan dalam pelaksanaan konstruksi *main dam* dan *spillway* pada Bendungan Gondang sebelum dan setelah dilakukan percepatan durasi dengan menggunakan program *Microsoft Project Manager 2016*?
3. Berapa lama waktu yang dibutuhkan dalam pelaksanaan konstruksi *main dam* dan *spillway* pada Bendungan Gondang sebelum dan setelah dilakukan percepatan durasi dengan menggunakan program *Microsoft Project Manager 2016*?
4. Bagaimana dengan perbandingan 2 alternatif penjadwalan dalam pelaksanaan konstruksi *main dam* dan *spillway* pada Bendungan Gondang dengan menggunakan program *Microsoft Project Manager 2016*?

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah dibutuhkan untuk lebih menfokuskan pada kajian yang dilakukan serta menghindari pembahasan yang keluar dari pokok kajian, maka dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Lingkup pekerjaan yang dianalisa adalah pada pelaksanaan konstruksi *main dam* dan *spillway* sesuai dengan detail desain pembangunan Bendungan Gondang Kabupaten Karanganyar Provinsi Jawa Tengah.
2. Data yang dianalisa berupa data sekunder proyek (*engineering estimate*) yang meliputi: data kontrak, data teknis *main dam*, data teknis *spillway*, data harga satuan pekerjaan, bahan dan sewa alat, serta peta daerah kajian studi.
3. Data yang digunakan merupakan data hasil perhitungan PT. Gracia Widyakarsa.
4. Pekerjaan yang akan dikaji merupakan pekerjaan yang terkait langsung pada pembangunan konstruksi *main dam* dan *spillway* pada Bendungan Gondang.
5. Studi ini ditinjau dari segi waktu pelaksanaan, sumber daya, dan biaya.
6. Biaya yang diperhitungkan adalah biaya langsung dan biaya tidak langsung.
7. Studi ini menggunakan 2 alternatif, yaitu alternatif penambahan sumber daya (tenaga kerja, alat berat), dan alternatif penambahan jam kerja (lembur),
8. Studi penjadwalan pelaksanaan konstruksi *main dam* dan *spillway* pada Bendungan Gondang dilakukan dengan menggunakan program *Microsoft Project Manager 2016*.
9. Koefisien sumber daya yang digunakan adalah koefisien yang berlaku pada proyek pembangunan Bendungan Gondang.

10. Tidak membahas pekerjaan mekanikal dan elektrikal.
11. *Output* penggunaan program *Microsoft Project Manager 2016* berupa jadwal pelaksanaan yang divisualisasikan dalam bentuk *gant chart* dan alokasi kebutuhan sumber daya yang divisualisasikan dalam bentuk *barchart*.

1.5. Tujuan

Studi perencanaan jadwal pelaksanaan konstruksi *main dam* dan *spillway* pada Bendungan Gondang ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui jumlah dan perbandingan rencana anggaran biaya (RAB) dalam pelaksanaan konstruksi *main dam* dan *spillway* pada Bendungan Gondang sebelum dan setelah dilakukan percepatan durasi.
2. Menentukan jumlah sumber daya yang dibutuhkan dalam pelaksanaan konstruksi *main dam* dan *spillway* pada Bendungan Gondang sebelum dan setelah dilakukan percepatan durasi dengan menggunakan program *Microsoft Project Manager 2016*.
3. Menerapkan program *Microsoft Project Manager 2016* untuk merencanakan jadwal dan mengetahui lama waktu yang dibutuhkan dalam pelaksanaan konstruksi *main dam* dan *spillway* pada Bendungan Gondang sebelum dan setelah dilakukan percepatan durasi.
4. Membandingkan hasil analisa dua alternatif penjadwalan dalam pelaksanaan konstruksi *main dam* dan *spillway* pada Bendungan Gondang dengan menggunakan program *Microsoft Project Manager 2016*.

1.6. Manfaat

Berikut manfaat yang diharapkan dari studi ini adalah:

1. Dapat memberikan kemudahan dalam menyelesaikan permasalahan maupun kendala yang dihadapi dalam manajemen penjadwalan suatu proyek.
2. Dapat dijadikan referensi dalam mengoptimalkan penggunaan sumber daya, biaya pekerjaan, dan waktu kerja secara efektif dan efisien dalam pelaksanaan proyek konstruksi secara umum.
3. Dapat dijadikan sebagai masukan dalam penerapan dan pengembangan penelitian metode optimasi dan penggunaan program *Microsoft Project Manager 2016* untuk manajemen penjadwalan suatu proyek.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Manajemen Proyek

2.1.1. Proyek

Proyek dapat diartikan sebagai satu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan alokasi sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk menghasilkan produk atau *deliverable* yang kriteria mutunya telah digariskan dengan jelas. (Soeharto, 1999, p.2).

Dari pengertian di atas maka ciri pokok proyek adalah sebagai berikut:

1. Bertujuan menghasilkan lingkup (*scope*) tertentu berupa produk akhir atau hasil kerja akhir.
2. Dalam proses mewujudkan lingkup di atas, ditentukan jumlah biaya, jadwal, serta kriteria mutu.
3. Bersifat sementara, dalam arti umurnya dibatasi oleh selesainya proyek. Titik awal dan akhir ditentukan dengan jelas.
4. *Nonrutin*, tidak berulang-ulang. Macam dan intensitas kegiatan berubah sepanjang proyek berlangsung.

Dalam pelaksanaan sebuah proyek dengan kompleksitas tinggi terkadang juga dituntut dengan penyelesaian yang singkat. Untuk itu, perlu dipertimbangkan penentuan alat berat yang digunakan sesuai dengan kondisi di lapangan. Hal ini tidak dapat pungkiri, mengingat pendayagunaan sumber daya manusia secara manual dengan menggunakan alat konvensional sudah tidak efisien lagi.

2.1.2. Manajemen Proyek

Manajemen proyek adalah penerapan ilmu pengetahuan, keahlian dan keterampilan, cara teknis yang terbaik dan dengan sumber daya yang terbatas, untuk mencapai sasaran dan tujuan yang telah ditentukan agar mendapatkan hasil yang optimal dalam hal kinerja biaya, mutu dan waktu serta keselamatan kerja. (Husein, 2009, p.5)

Manajemen proyek memiliki ruang lingkup, berikut meliputi:

- Menentukan waktu untuk dimulainya sebuah proyek.

- Sebuah perencanaan lingkup dari proyek yang direncanakan.
- Metode pelaksanaan pekerjaan dalam ruang lingkup proyek.
- Pengertian dari ruang lingkup proyek.
- Evaluasi proyek dan bentuk kontrol atas perubahan yang akan terjadi pada saat proyek tersebut dimulai.

Terdapat 3 garis besar dalam menciptakan keberlangsungan suatu proyek konstruksi, diantaranya:

1. Perencanaan

Untuk mencapai sebuah tujuan yang tepat sasaran, suatu proyek membutuhkan suatu perencanaan yang sesuai dengan prosedur. Dengan meletakkan dasar dari tujuan dan sasaran dari suatu proyek sekaligus menyiapkan semua program teknis dan menyiapkan administrasi supaya dapat di implementasikan dengan baik. Tujuannya untuk memenuhi persyaratan spesifikasi yang ditentukan dalam batasan waktu, mutu, biaya maupun keselamatan kerja.

Perencanaan suatu proyek dilakukan dengan cara studi kelayakan, perencanaan area dari manajemen proyek (seperti: waktu, biaya, mutu, kesehatan, lingkungan, keselamatan kerja, sumber daya, resiko dan sistem informasi).

2. Penjadwalan

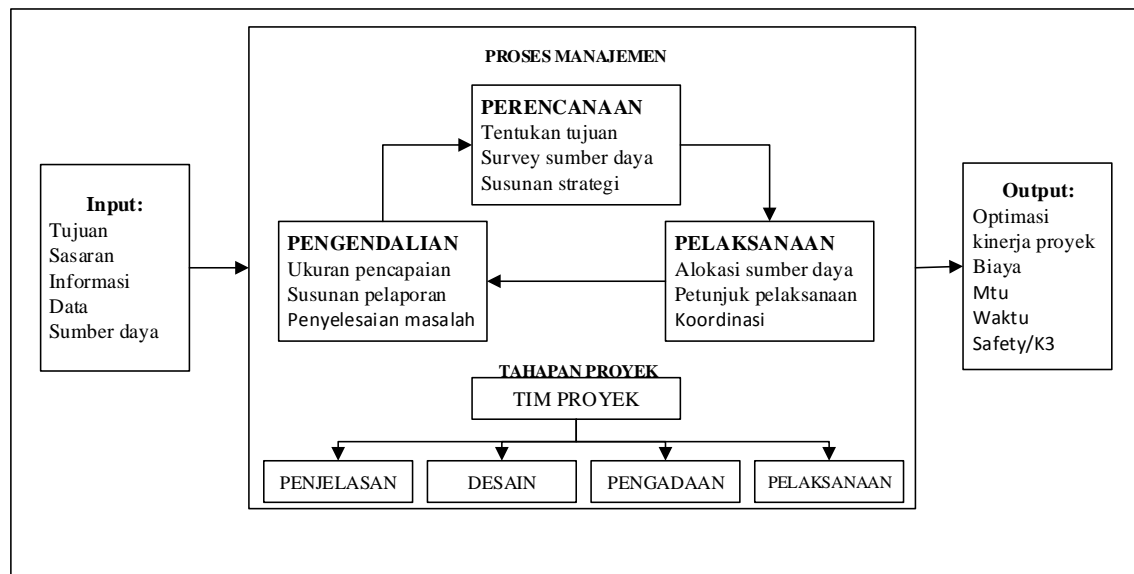
Penjadwalan merupakan implementasi dari perencanaan yang dapat memberikan informasi mengenai jadwal rencana dan kemajuan suatu proyek yang meliputi sumber daya (biaya, peralatan, sumber daya manusia, dan material), durasi waktu pekerjaan dan juga progres waktu untuk menyelesaikan proyek. Proses *monitoring* selalu dilakukan untuk mendapatkan penjadwalan yang sesuai dengan keadaan di proyek agar sesuai dengan tujuan proyek. Terdapat beberapa metode untuk mengelola penjadwalan proyek, diantaranya yaitu Kurva S (*hanumm curve*), *Barchart*, Penjadwalan *Linear* (diagram vektor), *Network Planning* serta waktu dan durasi kegiatannya. Jika terjadi ketidaksesuaian terhadap rencana awal, maka dilakukanlah evaluasi agar proyek sesuai dengan yang direncanakan.

3. Pengendalian Proyek

Pengendalian proyek mempengaruhi hasil akhir dari suatu proyek. Tujuannya untuk meminimalisir segala bentuk penyimpangan yang mungkin akan terjadi selama keberlangsungan suatu proyek. Tujuan pengendalian proyek untuk optimasi kinerja biaya, waktu, mutu, dan sumber daya manusia. Kegiatan-kegiatan yang dilakukan dalam

proses pengendalian berupa pengawasan, pemeriksaan, dan juga koreksi yang dilakukan selama proses pekerjaan.

Dalam suatu pelaksanaan proyek, dibutuhkan sebuah proses untuk mengelola kebutuhan sumber daya suatu proyek menjadi bentuk *output* kegiatan yang berupa sebuah konstruksi bangunan. Dalam pelaksanaannya akan membutuhkan pihak-pihak baik yang terkait secara langsung maupun yang tidak langsung. Terjadinya sebuah konflik disuatu proyek, biasanya diakibatkan oleh banyaknya pihak-pihak yang terkait sehingga bisa dikatakan sebuah proyek konstruksi akan memiliki potensi konflik yang cukup tinggi. Maka perlunya manajemen proyek yang baik untuk menanganinya.



Gambar 2.1. Sistem Manajemen Proyek Konstruksi
Sumber: Husen (2009,p.5)

2.2. Metode Pelaksanaan Pekerjaan

Metode pelaksanaan pekerjaan adalah cara bekerja dengan menggunakan seluruh sumber daya yang ada, baik sumber daya material dan alat untuk dapat melaksanakan suatu pekerjaan dengan efektif dan efisien. Dengan metode pelaksanaan pekerjaan yang sesuai, maka suatu proyek konstruksi mampu untuk mengejar target keuntungan baik dari sisi waktu maupun dari biaya dengan tetap memperhatikan kualitas yang baik. Jika dikaitkan dengan *cost and time reduction*, metode pelaksanaan pekerjaan mampu memicu keberhasilan suatu proyek.

Beberapa metode yang dapat diaplikasikan untuk melakukan pengoptimalan waktu dan biaya dengan tanpa mengurangi kualitas suatu kegiatan proyek tersebut antara lain:

- a. Penambahan sumber daya manusia

Metode ini banyak dijumpai secara umum untuk mengoptimalkan pengerjaan suatu proyek, yaitu dengan cara melakukan alternatif penambahan jumlah pekerja dan penambahan jumlah alat berat pada pelaksanaan proyek. Tetapi yang harus digaris bawahi bahwa hubungan antara ukuran jumlah pekerja dan perkembangan proyek tidak selalu sejalan karena disamping itu perlu diperhatikan masalah biaya. Perlunya pertimbangan yang matang untuk dijadikan sebuah keputusan.

b. Penambahan waktu kerja/lembur

Selain dengan cara penambahan sumber daya manusia/tenaga kerja yang sering kita jumpai, penambahan waktu kerja/lembur juga tergolong efektif untuk memicu keberhasilan suatu proyek. Tapi perlu digaris bawahi bahwa penggunaan cara ini harus mempertimbangkan kesanggupan dan batasan kemampuan para pekerja, karena tanpa pertimbangan yang baik dapat mengurangi produktivitas pekerjaan.

c. Pengelompokan tim proyek inti

Metode pengelompokan tim proyek inti yang dimaksudkan adalah memusatkan perhatian para profesional pada suatu proyek tertentu, dengan harapan agar dapat fokus dan mampu meningkatkan kekompakan serta produktivitas pekerjaannya sehingga dapat mempercepat penyelesaian suatu proyek.

Manajemen proyek memiliki peranan untuk mengkoordinasikan semua elemen yang ada dalam suatu proyek. Dengan pertanggungjawaban antara lain:

1. Mengkaji ulang serta mengawasi pekerjaan terkait kesesuaian dengan rencana.
2. Berkoordinasi untuk penentuan harga bahan dan pelayanan.
3. Menyatukan pendapat pihak-pihak yang terlibat dalam proyek, karena tanggungjawab proyek dipikul bersama dan memerlukan berbagai macam keterampilan.
4. Mengimplementasikan strategi yang direncanakan dalam pelaksanaan pekerjaan proyek.
5. Memberikan umpan balik kepada orang yang mengerjakan proyek.

2.3. Pekerjaan Tubuh Bendungan (*Main Dam*)

Pembangunan Bendungan Gondang merupakan salah satu solusi atas permasalahan ketersediaan air baku dan sistem irigasi yang akan dimanfaatkan untuk sebagian besar wilayah Kabupaten Sragen dan Kabupaten Karanganyar Provinsi Jawa Tengah. Bendungan Gondang merupakan bendungan dengan tipe urugan, dimana material pengisi tubuh bendungan meliputi material tanah, pasir, kerikil, dan batuan.

2.3.1. Tahapan Persiapan

Pada pelaksanaan pekerjaan di lapangan diperlukan tahapan persiapan guna membantu kelancaran dan kesuksesan pekerjaan utama sehingga para pekerja dapat bekerja sesuai dengan arahan dan keinginan proyek.

Mobilisasi adalah suatu perencanaan pengorganisasian pekerjaan yang dilaksanakan dengan tujuan mengakomodasi segala sumber penunjang dari suatu pekerjaan. Pekerjaan sebelum proyek meliputi:

- Kontraktor memobilisasi tenaga kerja dan peralatan sesuai dengan data peralatan yang diajukan pada saat penawaran yaitu kesesuaian dengan perhitungan kebutuhan peralatan kontruksi, kebutuhan tenaga kerja, dan kebutuhan material.
- Pembuatan *Site Plan* sehingga akan tergambar jarak angkut material dan peralatan proyek yang terdiri dari *site facilities* yaitu kantor, *camp* untuk ruang tempat kerja serta gudang, barak dan tempat penempatan bahan yang paling strategis yang memiliki jarak tempuh satu sama lain.
- Peralatan yang dipakai harus di cek untuk memastikan dalam keadaan yang baik agar nantinya tidak menghambat pekerjaan selanjutnya.
- Setelah pekerjaan sudah dilaksanakan maka tenaga kerja dan peralatan didemobilisasi kembali.

2.3.2. Tahapan Dewatering Bendungan

Pekerjaan *dewatering* biasanya dilaksanakan pada saat musim kemarau, yaitu ketika debit sungai kecil, sehingga akan mempermudah proses pelaksanaan pekerjaan *dewatering* (pengeringan). Namun karena tuntutan pekerjaan dan kesesuaian *schedule* pelaksanaan, seringkali pekerjaan *dewatering* dilaksanakan pada saat musim hujan, saat debit sungai sudah mulai membesar. Dalam hal ini *cofferdam* direncanakan dalam dua tahap yang cukup untuk dapat menanggulangi pada saat musim kemarau dengan debit kecil pada tahapan awal, dan pada tahap selanjutnya dibuat *cofferdam* yang lebih tinggi. Pada pelaksanaan bendungan pada saat memilih pekerjaan sementara untuk *dewatering* perlu mempertimbangkan:

- Karakteristik pengaliran air sungai, frekuensi banjir, besar banjir puncak, besaran banjir, dan lama waktu banjir.
- Kondisi topografi di lokasi bendungan.
- Kondisi geologi, pondasi serta ukuran tubuh bendungan.
- Lama waktu pengalihan air bila dibandingkan dengan lamanya waktu pelaksanaan bendungan.

Dewatering memiliki beberapa sistem, antara lain:

- Pengaliran air seluruhnya melalui terowongan pengaliran.
- Penutupan seluruh sungai.
- *Dewatering* sistem pompa biasa kapasitas sesuai kebutuhan.
- *Dewatering* sistem bertingkat.

Metode pengaplikasiannya adalah sebagai berikut:

- a. Pengaliran air seluruhnya melalui terowongan pengaliran.

Bila lebar sungai tidak terlalu lebar cara ini biasanya dipakai. Keuntungannya antara lain:

- Seluruh permukaan untuk perencanaan pondasi bendungan dapat digali.
- Setelah selesai pekerjaan, terowongan bisa dialihfungsikan untuk keperluan lain.
- *Cofferdam* dapat dimanfaatkan sebagai bagian dari bendungan.

Untuk menahan terjadinya *back water*, biasanya dibangun *cofferdam* hilir yang bersifat sementara dengan tujuan untuk menahan air agar tidak kembali.

- b. Penutupan seluruh sungai

Metode ini biasanya digunakan bila sungai terlalu lebar. Separuh dari lebar sungai dikeringkan dengan pembuatan *cofferdam*. Galian untuk pondasi bendungan dikerjakan setelahnya. Biasanya untuk menyalurkan air dibuatkan saluran drainase dipondasi atau tubuh bendungan.

- c. *Dewatering* dengan sistem pompa sesuai kebutuhan.

Langkah-langkah *dewatering* dengan sistem pompa ini sebagai berikut:

- Lubang galian air yang tergenang siap dikeringkan.
- Membuat sumur galian yang elevasinya lebih rendah dari elevasi galian dan terletak diluar rencana bangunannya.
- Penempatan pompa dibuat strategis agar tidak mengganggu proses pekerjaan lain.
- Sistem pemompaan dimulai/diperhitungkan sebelum jam kerja sampai kering, sehingga tidak mengurangi durasi waktu pekerjaan.

- d. *Dewatering* sistem bertingkat.

Sistem ini dilakukan ketika galian cukup dikereng tebing sehingga pompa penghisap pembuang tidak bisa mencapai daerah pembuangan.

2.3.3. Tahapan *Land Clearing*, *Grubbing* dan *Stripping*

Sebelum memulai pelaksanaan pekerjaan kontruksi tubuh bendungan (*main dam*), kontraktor harus mengupas *top soil* untuk membersihkan semua pohon, kayu, dan jenis

kotoran lainnya. Pembersihan lokasi dilaksanakan pada material-material yang dapat mengganggu metode pelaksanaan pekerjaan struktur sesuai dengan cakupan pekerjaan dalam sebuah kontrak pekerjaan. Setelah pekerjaan *clearing* dan *grubbing* selesai, dilanjutkan dengan pekerjaan *stripping* yaitu pengupasan tanah permukaan sedalam 30 cm. Pekerjaan ini melibatkan para pekerja biasa yang disertai penggunaan alat seperti *excavator*, *bulldozer*, *dump truck*, dan gergaji mesin.

Tahapan pekerjaan *clearing* dan *grubbing* antara lain:

- a) Persiapan untuk mobilisasi peralatan dan tenaga kerja.
Lengkapi personil dengan alat pelindung diri (APD) dan pemasangan rambu-rambu k-3 sesuai aturan di lapangan.
- b) Pengukuran *setting out* lokasi yang akan di *clearing*.
- c) Mempersiapkan gambar kerja perencanaan dan perhitungan volume pekerjaan.
- d) Mengajukan rencana gambar kerja dan volume pekerjaan kepada pengawas / direksi / konsultan untuk mendapat persetujuan.
- e) Apabila tidak disetujui, maka pelaksana harus merevisi usulan gambar kerja dan kuantitas pekerjaan dan diajukan kembali.
- f) Apabila sudah disetujui maka pelaksanaan pekerjaan pembersihan bisa dimulai: yaitu pembersihan secara menyeluruh meliputi bangunan, pepohonan, tanaman, semak belukar dan lainnya sesuai dengan gambar spesifikasi teknis.
- g) Mengumpulkan hasil pembersihan (*clearing*) lapangan ke lokasi tertentu yang sudah ditentukan oleh pengawas / direksi / konsultan atau tempat persiapan sebelumnya.
- h) Hasil pekerjaan pembersihan akan ditinjau kembali oleh pengawas / direksi / konsultan untuk menentukan kesesuaian pekerjaan pembersihan dengan spesifikasi teknis.
- i) Pekerjaan pengupasan (*stripping*) dengan tebal 30 cm dikerjakan setelah pekerjaan *clearing* dan *grubbing*.

2.3.4. Tahapan Galian Tanah dan Batu

Pekerjaan galian pondasi bendungan harus dilaksanakan dengan memilih metode yang memadai sehingga tidak memperburuk kondisi pondasi dan kekuatan dari lapisan permukaan pondasi agar tubuh bendungan dapat dijaga. Pondasi dan tubuh bendungan harus cukup mampu menahan kekuatan hubungan daya dukung yang kuat, gaya geser, aliran buluh (*piping*). Apabila tidak mampu menahan gaya tersebut, material tersebut harus dibongkar. Namun apabila biaya pembongkaran tersebut mahal, perlu pertimbangan masalah biaya dibandingkan dengan biaya apabila pondasi tersebut diperbaiki.

Pekerjaan galian terdiri dari galian tanah dan batu. Pelaksana akan mengalami hambatan untuk mengalami penggalian pada lokasi yang levelnya tinggi karena akan menurunkan produktivitas peralatan berat. Untuk itu perhitungan kapasitas peralatan berat harus disesuaikan.

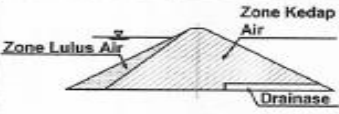


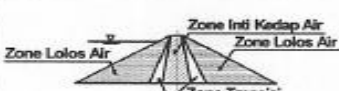
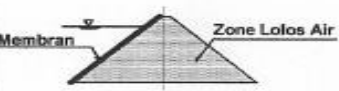
2.3.5. Tahapan Timbunan

Pada hakekatnya bahan tubuh bendungan (*main dam*) dapat dibedakan atas dua klasifikasi, yaitu:

1. Bahan yang mempunyai fungsi utama penyangga tubuh bendungan, berupa yang lulus air, seperti pasir, kerikil, dan batu.
2. Bahan yang mempunyai fungsi utama pencegah rembesan air dari waduk, berupa bahan yang kedap air yang umumnya adalah bahan tanah lempungan.

2.3.5.1. Tipe Bendungan Urugan

Tipe bendungan urugan ditentukan berdasarkan evaluasi menyeluruh, mulai dari kondisi pondasi, material timbunan yang tersedia, metode pelaksanaan kondisi awal, dan sebagainya agar dapat memperoleh biaya yang minimum.

Tipe Bendungan		Gambar	Keterangan
Bendungan Urugan Homogin			Apabila 80% dari seluruh bahan pembentuk tubuh bendungan terdiri dari bahan yang bergradasi sama dan bersifat kedap air.
Bendungan Urugan Zonal	Tirai		Apabila bahan pembentuk tubuh bendungan terdiri dari bahan yang lolos air, tetapi dilengkapi dengan tirai kedap air di udiknya.
	Inti Miring		Apabila bahan pembentuk tubuh bendungan terdiri dari bahan yang lolos air, tetapi dilengkapi dengan inti kedap air yang miring ke arah hulu.
	Inti Vertikal		Apabila bahan pembentuk tubuh bendungan terdiri dari bahan yang lolos air, tetapi dilengkapi dengan inti kedap air yang berkedudukan vertikal.
Bendungan Urugan Batu Dengan Membran			Apabila bahan pembentuk tubuh bendungan terdiri dari bahan yang lolos air, tetapi dilengkapi dengan membran kedap air di lereng udiknya, yang biasanya terbuat dari lembaran baja tahan karat, lembaran beton bertulang, aspal beton, lembaran plastik, dan lain-lainnya.

Gambar 2.2. Tipe Bendungan Urugan

Sumber: Pedoman Pelaksanaan Bendungan Urugan, 2004.

2.3.5.2. Peralatan Untuk Pemadatan

1. Alat berat untuk pemadatan

Sesuai dengan cara pemadatannya, maka peralatan untuk pemadatan timbunan tubuh bendungan dapat dibedakan atas tiga tipe utama, yaitu:

- a) Mesin pemadat *semi-kinetis*, pemadatan dengan menggunakan mesin ini dihasilkan dari tekanan-tekanan roda-roda penggilas, diantaranya adalah mesin giling roda besi (*steel wheel roller*), mesin giling ban karet, dan *sheeps foot roller*.
- b) Mesin pemadat *kinetis*, pemadatan dengan menggunakan mesin ini dihasilkan dari kekuatan getaran roda-roda penggilas. Banyak tipe mesin yang digunakan misalnya mesin giling roda besi getar (*steel wheel vibrating roller*), mesin giling ban karet (*tire wheel vibrating roller*).
- c) Mesin pemadat tumbuk, pemadatan dengan menggunakan mesin ini dihasilkan dari penumbukan dari mesin itu sendiri dan berupa berbagai jenis mesin penumbuk (*rammer*) dan stamper (*tamper*).

2. Alat pemadat manual

Jika tempat sangat terbatas dan sempit untuk dipadatkan, seperti misalnya berdekatan dengan beton, sekitar pipa instrumen, dan tebing tumpuan (*abutment*), alat pemadat yang digunakan adalah jenis *hand operation tampers* atau *vibrator plate compactors*, namun untuk *vibrator plate compactors* hanya efektif digunakan pada tanah yang tak berkoheisi.

2.3.5.3. Uji Coba Timbunan (*Trial Embankment*)

Uji coba timbunan yang dilaksanakan meliputi timbunan tanah dan timbunan batu.

1. Timbunan tanah

Pelaksanaan uji coba timbunan tanah dimaksudkan untuk menentukan:

- a. Tipe alat pemadat yang sesuai dan efektif.
- b. Ketebalan lapisan penghamparan.
- c. Jumlah lintasan pemadatan.
- d. Besar penurunan lapisan penghamparan sebelum dan sesudah dipadatkan.
- e. Jumlah air pembasahan untuk mendapatkan kadar air secara merata, pada lapisan tersebut mendekati kadar air optimum.
- f. Konfirmasi parameter desain dengan sifat-sifat fisik pada saat pemadatan.

2. Timbunan batu

Uji kuari tidak hanya memperoleh informasi mengenai sifat fisik material batu selama proses pengolahan material batu, tetapi juga untuk meyakinkan bahwa material yang di

uji mewakili material yang akan diproduksi sebagai material timbunan. Uji coba timbunan dilakukan untuk menentukan antara lain:

- a. Peralatan pemadatan yang tergolong paling efektif, ditinjau dari tebal lapisan pemadatan dan jumlah lintasan.
- b. Ukuran maksimal material batu.
- c. Banyaknya segregasi dan degradasi yang terjadi selama proses pengangkutan, penebaran, dan peralatan.
- d. Sifat fisik hasil pemadatan seperti kepadatan (*density*) dan distribusi butiran.

2.3.5.4. Timbunan Kedap Air dan Semi Kedap Air

Material kedap air biasanya adalah lempung, pasir lempungan atau kerikil, dan lanau lempungan. Beberapa hal penting yang perlu diperhatikan dalam pelaksanaan pemadatan adalah sebagai berikut:

- a. Spesifikasi pemadatan harus mencantumkan syarat-syarat penting pemadatan seperti: batas kadar air, ketebalan lapisan, derajat kepadatan, peralatan pemadatan, dan banyaknya lintasan pemadatan.
- b. Spesifikasi peralatan biasanya mencantumkan tipe dan kapasitas peralatan untuk pemadatan.
- c. Ketebalan lapisan pemadatan akan ditentukan berdasarkan jenis bahan/material dan alat pemadatan yang digunakan. Material semi atau kedap air, biasanya mempunyai ketebalan setelah pemadatan antara 15 cm–20 cm, dengan frekuensi pemadatan antara 8–12 kali. Bila menggunakan alat pemadatan yang permukaannya halus, setelah pemadatan harus dilakukan pengkasaran permukaan hasil pemadatan terlebih dahulu sebelum dilakukan penimbunan lapisan berikutnya untuk menjamin ikatan yang baik antara lapisan satu dengan lainnya.
- d. Kadar air dan kepadatan material dilapangan berdasarkan kadar air optimum dan kepadatan maksimum hasil *standart proctor* di laboratorium untuk dapat digunakan sebagai pembandingan terhadap hasil pemadatan di lapangan.
- e. Persyaratan pada waktu pemadatan harus terpenuhi. Syaratnya antara lain:
 - Bila kadar air diluar angka yang disyaratkan meskipun persyaratan kepadatan terpenuhi, lapisan tanah harus dikupas dan kadar air disesuaikan dengan spesifikasi.
 - Bila kepadatan minimum tidak dapat dicapai, meskipun kadar air memenuhi persyaratan dan sejumlah frekuensi pemadatan telah dilaksanakan, dilakukan penelitian ulang terhadap jenis tanah bahan timbunan yang di gunakan di *borrow area*.

- Terkait tanah terlalu basah dikarenakan kadar air hujan dan bila timbunan tidak memenuhi persyaratan mengenai kepadatan dan kadar air, maka material timbunan tersebut harus dibongkar kembali dan diganti.

Selain itu, uji kepadatan harus sering dilakukan pada pelaksanaan awal timbunan setelah pemadatan dan pengawas akan menjadi terbiasa dengan perilaku material timbunan dan prosedur pemadatan yang memenuhi syarat, sehingga banyaknya uji lapangan dapat dikurangi untuk menanggulangi masalah waktu dan biaya. Banyak faktor yang mempengaruhi penentuan lokasi uji dan jumlah contoh tanah yang diambil. Banyaknya uji tergantung pada jenis material dan tingkat kekritisian material timbunan terhadap seluruh pekerjaan. Pada lapisan pertama diatas pondasi, uji harus dilaksanakan lebih banyak untuk meyakinkan bahwa pemanfaatannya dilakukan dengan baik, terutama pada permukaan kontak dengan pondasi yang merupakan daerah penting.

Pada bendungan besar, contoh lebih banyak diambil pada material diluar inti, karena harus dapat menahan gaya geser (stabilitas lereng). Sebaliknya bila ada contoh tanah untuk konfirmasi parameter konsolidasi, maka akan lebih penting untuk mengambil contoh lempung inti dari bendungan.

Pada pelaksanaan timbunan di musim hujan akan menghadapi masalah dalam hal menjaga agar kadar air memenuhi dan tidak berlebihan. Sedangkan pada musim kemarau air dari tanah harus memenuhi persyaratan spesifikasi selama pelaksanaan penimbunan dan setidaknya penambahan air harus dihindari, penyiraman pada material tanah timbunan harus sesuai dengan kebutuhan.

2.3.5.5. Pemadatan di Daerah Terbatas

Material urugan sebagai urugan lolos air berupa pasir, kerikil yang tidak kohesif dan material harus lolos dari saringan no.200. Pengujian di laboratorium terhadap material tersebut tidak sampai menghasilkan kadar air optimal dan kepadatan kering maksimal yang jelas, seperti halnya material kedap air (lempung). Kepadatan kering di lapangan dapat diperoleh dari hubungan kepadatan maksimum dan minimum yang dapat diperoleh dari pengujian kepadatan relatif di laboratorium.

Dalam penentuan prosedur uji mutu sederhana, seharusnya memperhatikan hal-hal berikut:

1. Memeriksa ketebalan hamparan lulus air, dilakukan sesuai prosedur sederhana seperti untuk material kedap dan semu kedap air, dengan membuat galian lubang kecil di dalam material lepas sampai ke puncak lapisan, sehingga menimbulkan perlawanan yang relatif tinggi terhadap penggalian.

2. Pengawas harus bisa menjamin bahwa peningkatan urugan seiring dengan air permukaan, tidak akan menyebabkan aliran butiran halus material urugan kedap atau semi kedap, ke dalam urugan yang lulus air.
3. Pada umumnya mesin gilas getar hanya dapat mendorong sedikit material di depannya dan meninggalkan bekas halus di permukaan pada lintasan pertama yang telah dilaluinya.
4. Jika terlalu banyak getaran, maka dapat menimbulkan pemisahan material urugan. Hal ini menyebabkan butiran halus turun ke dasar hamparan. Sebaiknya jika butiran hancur selama pemadatan, lapisan butiran halus harus dipindah dahulu.
5. Lapisan drainase horizontal dan miring dalam bendungan harus tetap dijaga agar dapat berfungsi dengan baik. Karena tebal lapisan ini cukup tipis, harus diamati dengan seksama terkait gradasi dan kepadatan material filternya.

2.3.5.6. Urugan Batu

Timbunan dengan zona yang sebagian besar berupa urugan batu, saat ini banyak digunakan, beberapa alasannya adalah:

1. Kondisi geologi pondasi tidak cocok untuk bendungan *gravity* yang membutuhkan kondisi pondasi batuan yang “*sound*”.
2. Banyak tersedia peralatan konstruksi modern untuk menangani batuan.
3. Bertambahnya harapan membangun jumlah yang lebih tinggi di masa mendatang.
4. Kuar geser batuan yang tinggi, sehingga kemiringan lereng bisa lebih efisien.
5. Manfaat ekonomi yang diperoleh, dengan memaksimalkan penggunaan batuan dari hasil penggalian.

Persyaratan untuk urugan batu lulus air adalah cukup keras, gradasi baik, dan lulus air. Gradasi tergantung dari kualitas batuan dan cara penggalian di kuari dan prosedur penanganannya. Gradasi ditempat biasanya tidak disyaratkan, kecuali ukuran batuan yang diizinkan, terkait dengan ketebalan lapisan. Cara penumpahan (*dumping*) dan penghamparan harus dapat mencegah segregasi.

Pelaksanaan penimbunan sendiri sebelum pemadatan, batuan berukuran besar dari yang disyaratkan, harus dipindahkan dengan *bulldozer* atau dengan *crawler tractor* yang dipasang dengan penggaruk batuan. Batuan ukuran besar didorong ke dalam zona lainnya pada lereng luar atau diangkut keluar ditumpuk di lain tempat dengan dihancurkan dengan bahan peledak dan digunakan di urugan batu atau zona rip-rap. Cara lain untuk memecah batuan yang terlalu besar adalah dengan pahat hidrolis.

Penggunaan random/batuan lunak dapat ditentukan dari ketersediaan volume batuan dari hasil galian. Sifat material ini adalah cenderung mudah lapuk dan lunak secara perlahan.

Pada bendungan yang sebagian besar timbunan terdiri batuan lunak, dapat digunakan sebagai zona random yang semi lulus air. Batuan lunak ini dapat diletakkan pada bagian dalam dari urugan. Sifat-sifat dan metode pemadatan terbaik dapat diperoleh dari hasil uji coba penimbunan dan dibandingkan dengan parameter desain.

2.3.5.7. Urugan Tanah Semi Terpadatkan

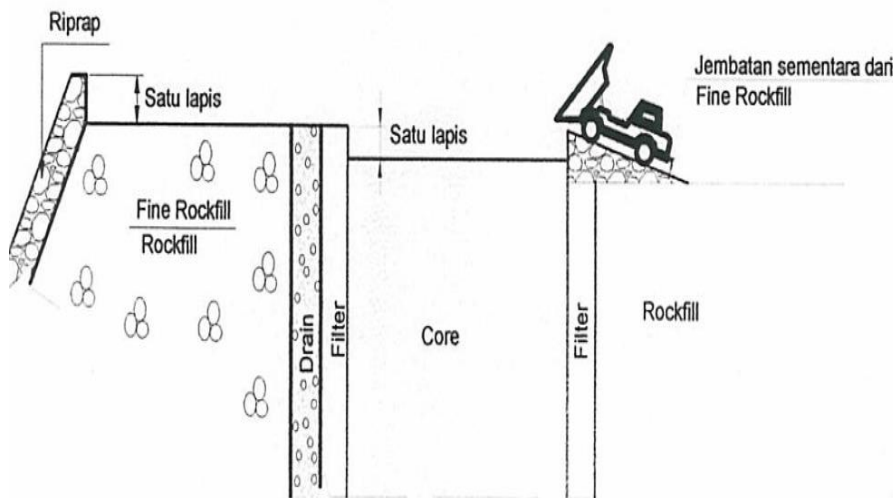
Untuk material ini, dipadatkan dengan sendirinya selama proses pengangkutan dan peralatan penghampar sedang beroperasi di atas lapisan hamparan. Ketebalan lapisan telah ditentukan, tetapi kadar air tidak diizinkan pada rentang yang tergolong lebar.

Pemeriksaan urugan semi padat biasanya dilaksanakan secara visual, meskipun ada sedikit uji kepadatan yang dibuat, tapi hanya digunakan sebagai dokumentasi. Tujuan utama dari pengawasan ini adalah untuk menjamin bahwa ketebalan lapisan yang sudah ditentukan tidak berlebihan dan bahwa material yang akan digunakan sudah sesuai serta peralatan pengangkutan dan penghampar juga telah memenuhi syarat untuk menangani daerah kerja.

2.3.5.8. Urutan Pelaksanaan Penimbunan Bendungan

Jadwal pelaksanaan bendungan urugan batu atau tanah memerlukan tahapan pelaksanaan. Pada lembah yang data serta melebar, timbunan pada satu sisi sungai mungkin dilaksanakan secara penuh atau sebagian dari tinggi, di dalam satu kontrak atau tahapan kontrak, dengan bagian lanjutan dikerjakan di tahun selanjutnya. Pada pondasi lunak, timbunan dilaksanakan hingga elevasi yang disyaratkan dan timbunan lanjutan menunggu pada waktu yang sudah direncanakan, agar penurunan dan tekanan pori pondasi mencapai nilai tertentu yang telah direncanakan sebelumnya. Pada kondisi lembah yang terjal dan sempit dengan pondasi batuan, urugan harus diselesaikan pada waktu dan elevasi yang sudah ditetapkan untuk menghindari limpasan air di atas mercu saat musim hujan.

Kondisi timbunan diupayakan supaya cukup seragam keseluruh lebar dan panjang dari bagian konstruksi yang dilaksanakan. Sementara bagian atas timbunan harus dibentuk pada puncaknya miring ke kedua arah tepi, supaya air dapat terdrainasi selama musim hujan. Kemiringan arah melintang permukaan timbunan biasanya berkisar antara 1% sampai 5%. Pada musim kering, dimensi urugan zona kedap boleh melebihi dimensi zona lulus air bagian kiri kanannya berkisar kurang lebih 1,5 m supaya proses urugan material kedap bisa berjalan terus menerus. Kemiringan urugan material kedap yang dirasa melebihi zona lulus air, harus diperhatikan agar material kedap air tidak sampai keluar dari zona filter miring.



Gambar 2.3. Urutan Ketinggian Penimbunan Bendungan Urugan
 Sumber: Pedoman Pelaksanaan Bendungan Urugan, 2004

Pelaksanaan penimbunan material parit hilang (*cut off*), harus dimulai dengan menghampar lapisan pertama dari material zona filter hilir dan kemudian diikuti penimbunan dan penghamparan lapisan awal dari material kedap. Didahulukan penimbunan dan penebaran lapisan filter diawal bertujuan untuk menjaga lebar penimbunan dari zona filter yang sudah ditentukan.

2.3.5.9. Perlindungan Lereng

Perlindungan lereng di hulu diperuntukkan melindungi dari kerusakan yang terjadi akibat erosi gelombang, pelapukan, dan erosi permukaan. Perlindungan lereng hulu dari bendungan tanah biasanya terdiri dari rip-rap batu kosong campuran tanah dengan semen. Lapisan beton dan lapisan aspal terkadang digunakan apabila rip-rap tidak ekonomis. Zona bendungan bagian luar berupa batu besar, keras, tidak memerlukan perlindungan. Perlindungan lereng hilir dibutuhkan untuk dapat melindungi dari ancaman erosi permukaan, terdiri dari batu dan kerikil pada daerah kering dan rumput untuk daerah basah. Rip-rap batu kosong dibutuhkan jika air di hilir menimbulkan suatu gelombang.

Perlindungan lereng hulu dapat dilakukan bersamaan pada saat penimbunan atau ketika sudah selesai. Dikarenakan tergantung pada batas elevasi perlindungan lereng, jadwal pengisian waduk dan tipe perlindungan lereng. Rip-rap batu kosong adalah tipe pelindung lereng hulu yang sering di gunakan. Rip-rap harus merata, diletakkan dengan baik sehingga butir antar batuan dapat menyatu dengan baik dan rongga-rongga dibuat seminimal mungkin agar lapisan tanah dibawahnya tidak terjadi gerusan, sehingga menjadi pelindung lereng yang berkategori baik. Berikut faktor utama yang harus diperhatikan dalam pelaksanaan rip-rap batu kosong, diantaranya:

- a. Material diangkut dari kuari untuk dapat memperoleh campuran butir yang sesuai gradasi yang disyaratkan. Hasil gradasi yang baik diperoleh dari hasil peledakan dengan ukuran yang diinginkan, untuk itu dibutuhkan pengawasan yang baik saat proses pengangkatannya.
- b. Penimbunan pada lereng dikerjakan sedemikian rupa agar distribusi butiran menjadi seragam tanpa terjadi segregasi dan rongga besar. Penimbunan batu dari puncak menggunakan talang tidak diijinkan karena akan menimbulkan segregasi. Demikian juga penghamparan menggunakan *bulldozer* dapat menyebabkan segregasi dan tidak diijinkan. Penimbunan harus dilakukan pada arah horizontal dan masuk ke arah atas lereng dan tidak harus membentuk garis ke arah atas lereng. pengawasan visual diperlukan setelah penumpukan dan penghamparan untuk mengamati derajat keseragaman distribusi ukuran butir dan susunan penataan antara individu batuan. Rip-rap dirapatkan dengan pemadatan menggunakan tamper berat atau dengan *bulldozer* kecil.
- c. Bidang kontak antara rip-rap dengan tanah harus dilengkapi dengan filter untuk melindungi material tanah timbunan dari erosi ombak dan sungai tempat pijakan yang stabil.

Untuk perlindungan lereng hilir salah satunya menggunakan gebalan rumput dari timbunan tanah di iklim basah. Tanah berbutir halus atau *top soil* diletakkan diatasnya, agar vegetasi dapat tumbuh dengan baik. Metode pembuatan gebalan rumput dipasang pada lereng bendungan, kemudian dilakukan pemupukan, pemadatan, penyiraman, dan pemeliharaan. Pelaksanaan gebalan rumput biasanya dilakukan dengan menunggu sampai akhir pelaksanaan dengan cara merapikan lereng dan mengisi alur erosi dengan material lepas, setelah itu melakukan pemupukan dan penebaran bibit rumput.

Rip-rap batu biasanya ditempatkan pada kaki lereng hilir, tujuannya untuk melindungi terhadap hantaman ombak dari air di hilir, serta harus dilakukan pengawasan dan pemeliharaan sama halnya rip-rap hulu. Untuk kerikil dan batu juga digunakan sebagai material perlindungan lereng hilir. Bila urugan hilir luar terdiri dari material random granular, sering digunakan remukan batu untuk perlindungan hilir.

Selain itu juga drainase permukaan tidak kalah penting, baik saat konstruksi maupun saat operasi waduk untuk dipertimbangkan sebagai perlindungan lereng. hal penting yang perlu diperhatikan dalam drainase pada bendungan urugan adalah:

1. Bendungan urugan perlu dilengkapi drainase untuk mencegah garis *freatis* tidak memotong lereng hilir yang akan menyebabkan kelongsoran.

2. Pada tubuh bendungan yang seluruhnya terdiri dari material tanah, bila didapati beban yang besar, tegangan air pori berlebih selama pelaksanaan, cenderung sulit disipasi, sehingga peningkatan kuat geser mudah runtuh.
3. Pada bendungan urugan tanah homogen, khususnya pada tubuh bendungan harus dilengkapi dengan drainase untuk menurunkan muka air *freatis*.

2.3.5.10. Perlindungan Permukaan Galian pada Sandaran

Pada suatu pelaksanaan proyek bendungan selalu ada pekerjaan galian baik yang sifatnya sementara maupun yang sifatnya permanen. Penggalan yang bersifat sementara misalnya galian pondasi bendungan, galian struktur dan galian terowongan. Penggalan yang bersifat permanen misalnya galian sandaran kanan dan kiri bendungan yang tidak tertimbun, galian kanan dan kiri jalan permanen, galian yang bersifat *open cut* untuk menempatkan struktur, dan lain-lain.

Jika kondisi batuan cukup bagus dan tidak memungkinkan terjadinya kelongsoran, maka tidak diperlukan proteksi atau perkuatan. Tapi jika sebaliknya maka diperlukan proteksi dengan lubang pematics (*weep holes*), dan ketika sudah tergolong kondisi berbahaya maka dikombinasikan dengan *grouted anchor bar*.

Pada permukaan galian yang sifatnya permanen maka perlu diperhatikan sistem proteksi permukaan dan kekuatan dari kemungkinan terjadi kelongsoran. Cara paling ekonomis adalah dengan menanam rumput pada permukaan galian tanah. Pada permukaan galian batuan maka proteksi permukaan dapat menggunakan *shotcrete* baik dengan *wire mesh* maupu tanpa *wire mesh* yang dilengkapi dengan lubang pematics (*weep holes*). Untuk perkuatan tebing yang tinggi untuk melindungi instalasi penting dapat diterapkan anker tanah yang dikombinasikan dengan lubang pematics sehingga kelongsoran dapat dicegah. Berikut urutan pelaksanaan pekerjaan *shotcrete* meliputi:

1. Persiapan

Kegiatan awal adalah pembersihan permukaan lereng dari minyak, dan dilihat ada tidaknya retakan dan mengandung material cerai, pembersihan dilakukan dengan menggunakan penyemprotan air bertekanan.

2. Pencampuran

Material harus pada kondisi kering dan dicampur dahulu minimal dalam waktu satu setengah menit dan maksimal satu jam. Pemakaian dengan pencampuran siap pakai harus dengan persetujuan direksi.

3. Pelaksanaan

Pelaksanaan *shotcrete* harus dilakukan oleh operator dan pekerja yang sudah memiliki pengalaman. Tekanan air dan udara disesuaikan dengan *nozzle* sehingga penyemprotan bisa maksimal.

4. Pengujian

Pengambilan benda uji beton silinder dilaksanakan di lapangan dan diuji laboratorium.

2.4. Pekerjaan Bangunan Pelimpah (*Spillway*)

2.4.1. Bagian-Bagian Bangunan Pelimpah (*Spillway*)

Bangunan pelimpah (*Spillway*) adalah sebuah struktur pada bendungan yang berfungsi untuk mengalirkan muka air banjir yang akan atau telah masuk ke dalam waduk agar tidak sampai membahayakan konstruksi pada bendungan. Bangunan pelimpah (*spillway*) terdiri dari bagian *inlet*, bagian saluran pengarah, dan peredam energi dengan berbagai tipe sebagai berikut:

Tabel 2.1.

Tipe Bangunan Pelimpah

Bagian Inlet	Bagian Pengarah	Peredam Energi
Tipe <i>Overflow</i> : Ambang lurus Ambang lengkung <i>Side Spillway</i> <i>Morning Glory</i> Tipe <i>Orifice</i>	Tipe Saluran Pengarah: Saluran peluncur Terowong <i>Overflow</i>	Tipe <i>Hydrolic Jump</i> : Apron horisontal Apron miring <i>Bucket</i> Tipe <i>Sky Jump</i> Tipe Ambang Jatuh Bebas

Sumber : Pedoman Pelaksanaan Konstruksi Urugan, 2004

2.4.2. Pekerjaan Galian

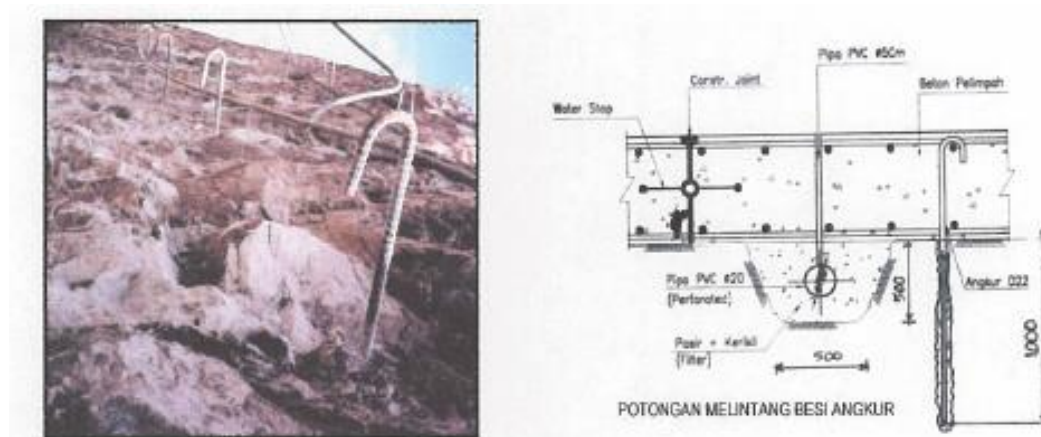
Pekerjaan galian struktur bangunan pelimpah terdiri dari penggalian terbuka dan penggalian tertutup. Penggalian untuk bangunan pelengkap dilakukan dengan prosedur yang harus dilakukan pelaksana dan diawasi oleh pengawas dan direksi. Penggalian harus dilakukan sesuai dengan (*excavation line*) pada gambar kerja, dan diikuti dengan pelaksanaan survey pengukuran di lapangan. Material hasil dari galian yang sudah dipilih akan dipakai untuk bahan timbunan yang ditempatkan pada *stock-pile* sedangkan yang tidak terpakai ditempatkan pada pembuangan (*spoil bank*).

2.4.3. Pekerjaan Perbaikan Permukaan Pondasi

1. Perbaikan pondasi dilaksanakan pada permukaan pondasi yang rekah-rekah atau retak ditutup dengan beton (*dental concrete*). Apabila terjadi kelebihan galian diluar batas

galian maka harus diisi dengan beton (*backfill concrete*). Apabila ada bekas lubang bor, lubang harus di grouting atau ditutup dengan beton (*concrete-cap*).

2. Untuk menyatukan pondasi dengan bagian dasar bangunan, dilakukan dengan pemasangan besi angkur, lazimnya dengan angkur berdiameter 25 mm dengan panjang 1,25 m dan jarak antara 3 m. Cara pemasangan angkur dengan pengeboran pondasi diameter 5,6 cm sedalam 1 m yang diisi dengan grouting semen. Ujung teratas dari angkur nantinya dikaitkan dengan besi tulangan pada dasar bangunan.
3. Pembersihan permukaan pondasi dari material lepas, lumpur, oli, genangan air dilakukan dengan seksama sehingga bidang kontak pondasi dengan beton akan menyatu dengan baik. Pembersihan akhir dilakukan dengan semprotan air dan udara bertekanan tinggi (*water-air jet*) ke permukaan pondasi hingga bersih.



Gambar 2.4. Pemasangan Besi Angkur

Sumber : Pedoman Pelaksanaan Konstruksi Urugan, 2004.

2.4.4. Pekerjaan Drainasi Pondasi

Sebagai contoh dengan pemasangan drainasi saluran luncur bangunan pelimpah arah memanjang dan melintang (*fishbone drains*). Sebelum dilaksanakan pembetonan lantai, terlebih dulu dibawah permukaan pondasi bangunan harus dipasang saluran pipa drainasi dari beton atau PVC yang berlubang-lubang. Pipa drainasi dipasang dibagian tepi memanjang arah bangunan dan melintang dibawah setiap sambungan plat lantai.

Hal yang perlu diperhatikan pada pemasangan pipa drainasi tersebut, antara lain:

1. Galian pada permukaan pondasi dengan dimensi sesuai diameter pipa, biasanya lebar galian 0,60 m dan kedalaman 0,60 m.
2. Dasar galian diisi filter dengan material pasir dan kerikil setebal 10 cm bergradasi sesuai persyaratan.
3. Pemasangan saluran drainasi yang terbuat dari pipa beton atau pipa PVC berlubang dengan jarak 10 cm (*perforasi*) dengan diameter 0,10 m – 0,30 m.

4. Lubang galian diisi dengan material sampai penuh.
5. Keluaran pipa drainasi dipasang konstruksi *outlet* dan saluran pembuangan dari pasangan batu kali.

2.4.5. Persiapan Pekerjaan Beton

Persiapan yang perlu dilakukan pada pekerjaan beton adalah sebagai berikut:

1. Pengadaan material, transportasi, dan penyimpanan material: peralatan dan fasilitas untuk penyediaan material disesuaikan dengan jadwal pelaksanaan, volume pekerjaan dan efisiensi peralatan.
2. Pengadaan peralatan untuk memproduksi agregat beton dan semen disiapkan dengan seksama yang terdiri dari pemecah batu (*crushing plant*), penyaring agregat (*sieving plant*), pencuci agregat (*washer plant*), pengadaan material pasir (*sand mill and grading plant*), tempat penyimpanan agregat dan termasuk penyimpanan semen.
3. Sarana pencampur dan produksi beton terdiri dari pencampur beton (*batching plant*), alat transportasi dengan *mixer*, jalan kerja, dan beton.

2.4.6. Pekerjaan Pembetonan

Pekerjaan pembetonan harus dilaksanakan dengan metode pelaksanaan yang baik agar dapat dihasilkan beton berkualitas dengan dimensi bangunan sesuai rencana.

2.4.6.1. Pelaksanaan Lantai Kerja

Setelah dilakukan pembersihan pondasi, diperlukan perataan permukaan pondasi dengan campuran mortar (*levelling mortar*) setebal kurang lebih 2 cm untuk menutup celah atau lubang di permukaan pondasi. Setelah itu dipasang lantai kerja berupa beton tak bertulang (*lean concrete*) setebal kurang lebih 10 cm dengan campuran mutu beton K-125.

2.4.6.2. Pelaksanaan Pembetonan Lapis Horisontal

Ketebalan lapis beton pertama pada setiap blok ditentukan dengan pertimbangan kapasitas peralatan, kekuatan pondasi dan temperatur beton yang akan terjadi. Biasanya ketebalan lapisan horisontal pertama antara 0,75 m-1,5 m. Ketebalan lapis berikutnya bisa sampai 1,5 m-3 m. Pelaksanaan pengecoran dipadatkan dengan *vibrator* setiap ketebalan 40 cm-50 cm, dilakukan dari arah hulu ke hilir atau sebaliknya. Alat pemadat (*vibrator*) yang digunakan bisa *vibrator* listrik dengan getaran 7000 rpm/menit dan diameter ujung *vibrator* 2-3 kali dari ukuran diameter agregat kasar. Suhu beton yang mengeras tidak boleh naik terlalu tinggi. Untuk mengatasinya dapat dilakukan dengan cara pendinginan agregat, pendinginan air pencampur beton dengan balok es atau pemasangan pipa-pipa pendingin didalam beton yang dialiri air secara terus menerus.

2.4.6.3. Pelaksanaan Sambungan Horisontal

Sebelum dilaksanakan pembetonan lanjutan perlu dipersiapkan permukaan sambungan horisontal dengan pembersihan menggunakan kompresor udara, pembasahan dan perataan dengan mortar (*levelling mortar*).

2.4.6.4. Perawatan Beton

Setelah pengecoran selesai harus segera dilanjutkan dengan pematangan / perawatan beton (*curing*) menerus selama 14 hari.

2.4.6.5. Pengawasan di Tempat Pencampuran Beton

Adapun pengawasan di tempat pencampuran beton sebagai berikut:

1. Pemeriksaan setiap perbandingan campuran beton (*mix proportion*) apakah sesuai sudah dengan kelas beton (K-225, K-175 dll) dan uji campuran beton yang sudah disetujui serta material semen, kerikil, pasir, aditif dan air sudah diuji dan disetujui oleh direksi.
2. Pemeriksaan kondisi skala timbangan material semen, agregat, air, dan aditif serta kalibrasinya apakah memenuhi syarat.
3. Pencatatan waktu pencampuran, volume beton dan kondisi cuaca.
4. Kondisi *truck agitator*, kecepatan putaran dan tangki air apakah penuh.
5. Pengawasan *batching plant* harus selalu berkomunikasi dengan pengawas pengecoran beton untuk memastikan kondisi *slump*, suhu, berat campuran beton dan pengambilan uji kubus atau silinder. Selang waktu pengiriman harus disesuaikan dengan kondisi pengecoran agar tidak terjadi waktu tunggu yang lama.
6. Pembuatan laporan harian yang mencakup antara lain:
 - a) Produksi *batching plant* dan material beton yang tidak terpakai.
 - b) Jumlah semen, agregat, air, dan aditif yang dipakai setiap campuran.
 - c) Volume setiap pencampuran beton.
 - d) Waktu yang dibutuhkan dalam proses pencampuran.
 - e) Nomor *agitator truck* yang mengangkut campuran beton.
 - f) Jarak angkut dan waktu yang diperlukan.

2.4.6.6. Pengawasan Pekerjaan di Lokasi Pembetonan

Berikut adalah pengawasan pekerjaan dilokasi pembetonan (beton K-100, K-175, K-225) antara lain:

1. Pemeriksaan perbaikan pondasi, drainasi dan pembersihan permukaan sudah sempurna atau masih perlu untuk diperbaiki lagi.
2. Pemasangan cetakan untuk lantai kerja (*lean concrete*) sesuai dengan batas blok pembetonan yang akan dilaksanakan.

3. Pemasangan lantai kerja dengan memeriksa jenis betonnya (misalnya K-125), tebal lantai kerja, cara pemadatan dengan alat *vibrator*, sebelumnya permukaan pondasi harus diratakan dengan mortar.
4. Pemasangan penulangan dengan memeriksa diameter, jarak antar tulangan, jarak dengan tepi dalam cetakan beton, ikatan kawat beton/bendrat bebas karat serta kebersihannya.
5. Pemasangan *waterstop*, *joint filter* dan *dowel bar* pada setiap sambungan konstruksi pastingan sudah terpasang sesuai gambar konstruksi.
6. Cetakan beton (*form work*) harus terpasang kuat, permukaannya bersih, dengan dimensi dan bentuk sesuai dengan gambar konstruksi.
7. Material campuran beton terdiri dari semen, pasir, kerikil, air dan bahan tambahan harus sudah diuji dan disetujui oleh pengawas dan direksi.
8. Uji campuran beton (*trial concrete mix proportion*) harus dilaksanakan untuk setiap kelas campuran beton (K-225 atau K-175) dan kuat tekan beton umur 14 hari dan 28 hari diuji di laboratorium.
9. Peralatan yang akan dipakai harus disiapkan dengan cermat dan siap pakai, antara lain *truck mixer*, pompa beton, pemadat, *bucket*, talang, tenda untung, perlindungan hujan.
10. Pemeriksaan permukaan beton terdahulu lapis horisontal dan vertikal harus bersih dan basah.
11. Pengambilan benda uji beton berbentuk kubus dan pengujian *slump* beton harus dilaksanakan pada saat akan pengecoran.
12. Tinggi jatuh campuran beton ke tempat pengecoran tidak terlalu tinggi, agar tidak terjadi segregasi campuran beton.
13. Pemadatan tiap lapis dimulai dari satu sisi dilanjutkan dengan menerus dan dipadatkan dengan vibrator secara merata.
14. Pematangan/perawatan beton (*curing*) harus menerus selama minimal 14 hari.

2.5. Produktivitas Alat Berat

Berdasarkan konsep teknik, produktivitas adalah rasio dari *output* yang akan dihasilkan dari tiap sumber daya yang akan digunakan (*input*) yang dibandingkan menjadi sebuah rasio pada suatu waktu dengan kualitas sama atau meningkat. Sedangkan alat berat yang dikenal dalam dunia konstruksi adalah alat yang difungsikan untuk membantu manusia dalam melakukan pekerjaan pada suatu infrastruktur dalam bidang konstruksi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa produktivitas alat berat adalah rasio pada suatu waktu atau batas

kemampuan dari suatu alat berat yang berhubungan dengan tenaga yang tersedia yang dapat dimanfaatkan untuk bekerja.

Keuntungan yang diperoleh menggunakan alat berat antara lain:

1. Percepatan waktu pekerjaan
Mempercepat proses pelaksanaan suatu pekerjaan, terutama pada suatu pekerjaan yang sedang dikejar waktu dan target penyelesaian.
2. Produktivitas pekerjaan yang tinggi
Melaksanakan suatu pekerjaan yang tidak bisa dikerjakan hanya dengan sumber daya manusia saja, tetapi juga perlu menggunakan bantuan alat berat.
3. Ekonomis
Bentuk efisiensi waktu pekerjaan dari produktivitas pekerjaan yang tinggi mampu meningkatkan nilai ekonomis.
4. Mutu hasil pekerjaan lebih baik
Dengan penggunaan bantuan alat berat, mutu dari hasil pekerjaan lebih baik dan presisi.
Untuk mengoptimalkan produktivitas alat berat perlunya pemilihan alat berat yang sesuai dengan kondisi lapangan, agar dapat bekerja seoptimal dan seefisien mungkin.

Berikut adalah beberapa faktor yang dapat mempengaruhi produktivitas alat antara lain:

1. Klasifikasi dan spesifikasi alat berat harus disesuaikan jenis pekerjaan.
2. Kondisi lapangan yang dimaksud adalah keadaan tanah dan keterbatasan lahan.
3. Letak lokasi meliputi keadaan cuaca, temperatur, dan topografi.
4. *Time schedule* yang digunakan.
5. Keberadaan alat yang dikombinasikan dengan alat lain.
6. Mobilisasi dan demobilisasi alat berat.
7. Potensi satu alat untuk dapat mengerjakan bermacam-macam pekerjaan.

Dalam melaksanakan suatu pekerjaan tentu dibatasi oleh waktu, sehingga dalam penggunaan alat berat sangat membantu untuk dapat mempercepat pelaksanaan yang memiliki volume yang besar. Alat berat mempunyai peranan yang penting dalam fungsinya pada suatu proyek, dimana dalam pengoperasiannya membutuhkan biaya yang cukup besar. Oleh karena itu, perlunya pemanfaatan produktivitas alat berat yang optimal dan efisien.

2.5.1. Metode Perhitungan Alat Berat

Kapasitas operasi dari alat berat/mesin konstruksi biasanya dinyatakan dalam satuan m^3/jam atau $CuYd/jam$. Produksi didasarkan pada perhitungan volume pekerjaan yang dikerjakan per siklus waktu dan jumlah siklus dalam satuan jam.

1. Faktor Konversi Volume Tanah

Besarnya volume tanah yang akan dikerjakan pada suatu proyek tergantung dari keadaan tanahnya. Keadaan tanah diklasifikasikan menjadi tiga golongan antara lain:

a) Tanah asli

Tanah asli adalah tanah yang belum pernah mendapat perlakuan dari manusia maupun alat berat.

b) Tanah lepas

Tanah lepas adalah tipe tanah yang sudah mendapatkan perlakuan dari manusia ataupun alat berat, seperti tanah hasil penggalian.

c) Tanah padat

Tanah Padat adalah tanah yang telah dipadatkan baik secara manual maupun menggunakan bantuan alat berat.

Tabel 2.2.

Faktor Konversi Bahan untuk Volume Tanah / Bahan Berbutir

Jenis tanah	Kondisi tanah semula	Kondisi tanah yang akan dikerjakan		
		Asli	Lepas	Padat
Pasir	Asli	1.00	1.11	0.95
	Lepas	0.90	1.00	0.85
	Padat	1.05	1.17	1.00
Tanah liat berpasir	Asli	1.00	1.25	0.90
	Lepas	0.80	1.00	0.72
	Padat	1.11	1.30	1.00
Tanah liat	Asli	1.00	1.25	0.90
	Lepas	0.70	1.00	0.63
	Padat	1.11	1.59	1.00
Tanah campur kerikil	Asli	1.00	1.18	1.08
	Lepas	0.85	1.00	0.91
	Padat	0.93	1.09	1.00
Kerikil	Asli	1.00	1.13	1.03
	Lepas	0.88	1.00	0.91
	Padat	0.97	1.10	1.00
Kerikil kasar	Asli	1.00	1.42	1.29
	Lepas	0.70	1.00	0.91
	Padat	0.77	1.10	1.00
Pecahan cadas atau batuan keras	Asli	1.00	1.65	1.22
	Lepas	0.61	1.00	0.74
	Padat	0.82	1.35	1.00
Pecahan granit atau batuan keras	Asli	1.00	1.70	1.31
	Lepas	0.50	1.00	0.77
	Padat	0.76	1.30	1.00
Pecahan batu	Asli	1.00	1.75	1.40
	Lepas	0.57	1.00	0.80
	Padat	0.71	1.24	1.00
Batuan hasil peledakan	Asli	1.00	1.80	1.30
	Lepas	0.56	1.00	0.72
	Padat	0.77	1.38	1.00

Sumber: Pedoman Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil, 2013.

2. Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja merupakan suatu perbandingan antara suatu pekerjaan yang dilaksanakan dengan hasil yang telah dicapai oleh pekerjaan tersebut sesuai dengan yang sudah ditargetkan baik dalam segi mutu maupun segi hasil yang meliputi pendayagunaan waktu yang optimal dan kualitas pekerjaan yang maksimal. Secara prakteknya, dalam melakukan perencanaan suatu proses, produktivitas per jam dalam suatu alat yang diperlukan adalah produktivitas dari alat tersebut dalam kondisi ideal dikalikan dengan suatu faktor efisiensi kerja.

3. Faktor Lain yang Mempengaruhi Produktivitas Peralatan

Faktor lain yang mempengaruhi produktivitas alat tidak hanya faktor dari alat itu sendiri, tapi juga ada faktor diluar alat yang juga berpengaruh. Faktor-faktor lain yang mempengaruhi produktivitas alat secara lengkap pada tabel

Tabel 2.3.

Faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas alat

No	Tipe faktor	Faktor Konversi
1.	Faktor Peralatan <ul style="list-style-type: none"> • Untuk peralatan yang baik (lama) • Untuk peralatan yang rusak ringan 	0,90 0,80
2.	Faktor operasi <ul style="list-style-type: none"> • Untuk operasi kelas I • Untuk operasi kelas II • Untuk operasi kelas III 	1,00 0,80 0,70
3.	Faktor material (bahan) <ul style="list-style-type: none"> a. Faktor kohesif <ul style="list-style-type: none"> • Non kohesif • Kohesif b. Faktor konversi material 	0,60-1,00 0,75-1,10 (tabel 2.2)
4.	Faktor manajemen dan sifat manusia <ul style="list-style-type: none"> • Sempurna (60/60) • Baik (55/60) • Sedang (50/60) • Buruk (45/60) 	1,00 0,92 0,82 0,75

Lanjutan Tabel 2.3.

Faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas alat

No	Tipe faktor	Faktor Konversi
5.	Faktor cuaca <ul style="list-style-type: none"> • Baik • Sedang 	1,00 0,80
6.	Faktor perlengkapan	Sesuai dengan jenis alat
7.	Faktor kondisi lapangan <ul style="list-style-type: none"> • Berat • Sedang • Ringan 	0,70 0,80 1,00

Sumber: Pedoman Penggunaan Peralatan di Lingkungan Pekerjaan Umum.

2.5.2. Perhitungan Produktivitas Alat Berat

Terdapat beberapa alat berat yang akan digunakan pada pelaksanaan pembangunan tubuh bendungan (*main dam*) dan bangunan pelimpah (*spillway*) pada Bendungan Gondang Kabupaten Karanganyar ini, antara lain sebagai berikut:

1. Perhitungan *Bulldozer*



Gambar 2.5. *Bulldozer*

Sumber: Katalog alat berat konstruksi PU, 2013.

Bulldozer adalah jenis alat berat bertipe traktor yang menggunakan rantai yang dilengkapi dengan pisau (*blade*) yang terletak di bagian depan. *Bulldozer* merupakan sebuah mesin traktor yang mempunyai ukuran besar. Alat berat ini digunakan pada pekerjaan penggalian, mendorong, menggusur dan menarik material (tanah, pasir, dan sebagainya). *Bulldozer* dapat dioperasikan pada beberapa medan seperti medan berlumpur, berbatu, berbukit dan lain-lainnya.

Berikut rumus produksi *Bulldozer* perjam adalah:

$$Q = \frac{q \times F_b \times F_m \times F_a \times 60}{T_s} \text{ m}^2 \text{ (untuk pengupasan).....(2-1)}$$

$$Q = \frac{1 \times \{n(L-L_o)+L_o\} \times F_b \times F_m \times F_a \times 60}{N \times n \times T_s} \text{ m}^2 \text{ (untuk meratakan)(2-2)}$$

Sumber: Pedoman Analisa Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum, 2016.

Bagian 1: Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bidang Umum

Keterangan:

Q = Kapasitas untuk pengupasan, m²/jam

F_b = Faktor pisau (*Blade*), umumnya diambil 1

F_a = Faktor koefisien kinerja *Bulldozer*

F_m = Faktor kemiringan pisau (*Blade*) (diambil 1 untuk datar; 1,2 untuk turun -15%; 0,7 untuk nanjak +15%)

V_f = Kecepatan mengupas, km/jam

V_r = Kecepatan mundur, km/jam

q = Kapasitas pisau, q = L x H², m³ (L= lebar pisau, H= tinggi pisau)

T₁ = Waktu gusur, menit

T₂ = Waktu kembali, menit

T₃ = Waktu lain-lain, menit

T_s = Waktu siklus, menit

L_o = Lebar overlap, m

I = Jarak pengupasan, m

n = Jumlah jalur lintasan

N = Jumlah lintasan pengupasan

Tabel 2.4.

Faktor efisiensi alat *Bulldozer*

Kondisi Kerja	Efisiensi Kerja
Baik	0,83
Sedang	0,75
Kurang Baik	0,67
Buruk	0,58

Sumber: Pedoman Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil, 2013.

Tabel 2.5.

Faktor Pisau *Bulldozer*

Kondisi Kerja	Kondisi Permukaan	Faktor Pisau
Mudah	Tidak keras/padat, tanah biasa, kadar air rendah, bahan timbunan	1,10 – 0,90

Lanjutan Tabel 2.5.
Faktor Pisau *Buldozzer*

Kondisi Kerja	Kondisi Permukaan	Faktor Pisau
Sedang	Tidak terlalu keras, sedikit mengandung pasir, kerikil, agregat halus	0,90 – 0,70
Agak Sulit	Kadar air agak tinggi, mengandung tanah liat, berpasir, kering/keras	0,70 – 0,60
Sulit	Batu hasil ledakan, batu belah ukuran besar	0,60 – 0,40

Sumber: Pedoman Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil, 2013

2. Perhitungan Excavator



Gambar 2.6. Excavator

Sumber: Katalog alat berat konstruksi PU, 2013

Excavator adalah salah satu alat berat yang terdiri dari mesin berada di atas roda khusus yang dilengkapi dengan lengan (*arm*), alat pengeruk (*bucket*), keranjang dan rumah-rumah dalam sebuah wahana putar dan digunakan untuk pekerjaan penggalian. Biasanya digunakan untuk menyelesaikan pekerjaan yang tergolong berat berupa penggalian tanah, penggalian batu yang tidak bisa dikerjakan secara langsung oleh tangan manusia.

Berikut rumus produksi *Excavator* perjam adalah:

$$Q = \frac{V \times F_b \times F_a \times 60}{T_s \times F_v} \text{ m}^3 \dots\dots\dots (2-3)$$

Sumber: Pedoman Analisa Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum, 2016.

Bagian 1: Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bidang Umum

Keterangan:

Q = Kapasitas untuk menggali/memuat, m³/jam

F_b = Faktor *bucket*

F_a = Faktor efisiensi kerja *excavator*

T₁ = Waktu lama menggali, memuat, menit

T₂ = Waktu lain-lain, menit

T_s = Waktu siklus

Tabel 2.6.

Faktor Bucket untuk *Excavator*

Kondisi Operasi	Kondisi Lapangan	Faktor Bucket (F_b)
Mudah	Tanah biasa, lempung, tanah lembut	1,1 – 1,2
Sedang	Tanah biasa, berpasir, kering	1,0 – 1,1
Agak Sulit	Tanah biasa berbatu	1,0 – 0,9
Sulit	Batu pecah hasil	0,9 – 0,8

Sumber: Pedoman Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil, 2013

Tabel 2.7.

Faktor Konversi Galian untuk Alat *Excavator*

Kondisi galian (kedalaman galian/kedalaman galian maksimum)	Kondisi membuang, menumpukkan(<i>dumping</i>)			
	Mudah	Normal	Agak sulit	Sulit
<40%	0,7	0,9	1,1	1,4
(40 70)%	0,8	1	1,3	1,6
>70%	0,9	1,1	1,5	1,8

Sumber: Pedoman Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil, 2013

Tabel 2.8.

Faktor Efisiensi Kerja Alat *Excavator*

Kondisi Operasi	Faktor Efisiensi
Baik	0,83
Sedang	0,75
Agak kurang	0,67
Kurang	0,58

Sumber: Pedoman Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil, 2013

3. Perhitungan Dump Truck



Gambar 2.7. Dump Truck

Sumber: Katalog alat berat konstruksi PU, 2013

Dump truck adalah kendaraan/alat berat yang digunakan untuk pekerjaan pengangkutan material seperti pasir, kerikil atau tanah untuk keperluan material konstruksi. *Dump truck* dapat memindahkan material pada jarak menengah hingga jarak terjauh. Isi muatan (*bucket*) diisikan oleh alat pemuat, sedangkan untuk pembongkaran muatan alat berat ini dapat bekerja sendiri dengan mengangkat bagian bak dengan menggunakan teknologi hidrolik.

Berikut rumus produksi *Dump truck* perjam adalah:

$$Q = \frac{V \times F_a \times 60}{D \times T_s} \text{ m}^3 \dots\dots\dots (2-4)$$

Sumber: Pedoman Analisa Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum, 2016.
Bagian 1: Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bidang Umum

Keterangan:

Q = Kapasitas produksi *dump truck*, m³/jam

V = Kapasits bak, ton

F_a = Faktor efisiensi kerja *dump truck*

F_k = Faktor pengembangan bahan

D = Berat isi material, ton/m³

V₁ = Kecepatan rata-rata bermuatan, km/jam

V₂ = Kecepatan rata-rata kosong, km/jam

T₁ = Waktu memuat, menit

T₂ = Waktu tempuh isi, menit

T₃ = Waktu tempuh kosong, menit

T₄ = Waktu lain-lain, menit

T_s = Waktu siklus

Tabel 2.9.

Faktor Efisiensi Alat *Dump Truck*

Kondisi Operasi	Faktor Efisiensi
Baik	0,83
Sedang	0,80
Kurang Baik	0,75
Buruk	0,70

Sumber: Pedoman Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil, 2013.

Tabel 2.10.

Kecepatan *Dump Truck* dan Kondisi Lapangan

Kondisi Lapangan	Kondisi Beban	Kecepatan, km/jam
Datar	Isi	40
	Kosong	60
Menanjak	Isi	20
	Kosong	40
Menurun	Isi	20
	Kosong	40

Sumber: Pedoman Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil, 2013.

4. Perhitungan *Motor Grader*



Gambar 2.8. *Motor Grader*

Sumber: Katalog alat berat konstruksi PU, 2013.

Motor Grader adalah alat berat yang digunakan untuk pekerjaan pengupasan (*stripping*), memotong dan meratakan suatu pekerjaan tanah, membentuk jalan (*grading*) yang biasa digunakan dalam proyek pembangunan khususnya pada proses penyelesaian agar didapatkan pemerataan dan ketelitian yang baik. *Motor grader* juga dapat digunakan untuk pengaplikasian lain seperti membentuk kemiringan tanah atau badan jalan, kemiringan tebing (*slope*) atau membuat saluran air secara sederhana.

Berikut rumus produksi *Motor Grader* perjam adalah:

$$Q = \frac{L_h \times \{n(b-b_0)+b_0\} \times F_a \times 60}{N \times n \times T_s} \text{ m}^2 \text{ (untuk perataan hamparan)..... (2-5)}$$

$$Q = \frac{L_h \times \{n(b-b_0)+b_0\} \times F_a \times 60}{N \times n \times T_s} \text{ m}^2 \text{ (untuk perataan hamparan padat)..... (2-6)}$$

Sumber: Pedoman Analisa Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum, 2016.

Bagian 1: Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bidang Umum

Keterangan:

- L_h = Panjang hamparan, m
- B_0 = Lebar Overlap, m
- F_a = Faktor efisiensi kerja
- F_k = Faktor pengembangan bahan
- t = Faktor tebal hamparan padat
- n = Jumlah lintasan
- N = Jumlah pengupasan tiap lintasan
- V = Kecepatan rata-rata, km/jam
- b = Lebar pisau efektif, m
- T_1 = Waktu 1 kali lintasan, menit

T_2 = Waktu lain-lain, menit

T_s = Waktu siklus

Tabel 2.11.

Faktor Efisiensi Kerja Alat (F_a) *Motor Grader*

Kondisi Operasi	Faktor Efisiensi
Perbaikan jalan	0,8
Pemindahan	0,7
Penyebaran	0,6
Penggalian	0,5

Sumber: Pedoman Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil, 2013.

5. Perhitungan *Water Tanker*



Gambar 2.9. *Water Tanker*

Sumber: Katalog alat berat konstruksi PU, 2013.

Water Tanker adalah alat yang digunakan untuk mengangkut air yang dialokasikan pada pekerjaan pemadatan, air tersebut dimasukkan kedalam roda *Tandem roller* pada saat pekerjaan pemadatan, selain itu juga ada yang langsung disiram di badan jalan yang akan di padatkan. Kelengkapan lain dari *water tanker* salah satunya adalah pompa air.

Berikut rumus produksi *Water Tanker* perjam adalah:

$$Q = \frac{P_a \times F_a \times 60}{W_c \times 1000} \text{ m}^3 \dots\dots\dots (2-7)$$

Sumber: Pedoman Analisa Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum, 2016.

Bagian 1: Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bidang Umum

Keterangan:

Q = Kapasitas produksi *water tanker*, m^3/jam

F_a = Faktor efisiensi kerja *water tanker*

P_a = Kapasitas pompa air, l/menit

W_c = Kebutuhan material padat, m^3

6. Perhitungan *Vibrator Roller*



Gambar 2.10. Vibration Roller

Sumber: Katalog alat berat konstruksi PU, 2013.

Vibration Roller adalah alat berat yang digunakan untuk menggilas, memadatkan hasil timbunan, sehingga didapatkan kepadatan tanah yang baik. Efek yang ditimbulkan oleh *Vibration Roller* adalah gaya dinamis terhadap tanah, dimana butir-butir tanah cenderung akan mengisi ruang-ruang kosong yang terdapat diantara butir-butirnya.

Berikut rumus produksi *Vibration Roller* perjam adalah:

$$Q = \frac{(b_e \times v \times 1000) \times F_a \times t}{n} \text{ m}^3 \dots\dots\dots (2-8)$$

Sumber: Pedoman Analisa Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum, 2016.

Bagian 1: Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bidang Umum

Keterangan:

Q = Kapasitas produksi *vibrator roller*, m³/jam

b_e = Lebar efektif pemadatan, m

t = Tebal pemadatan, m

v = Kecepatan rata-rata alat, km/jam

n = Jumlah lintasan

F_a = Faktor efisiensi alat

7. Perhitungan *Wheel Loader*



Gambar 2.11. *Wheel Loader*

Sumber: Katalog alat berat konstruksi PU, 2013.

Wheel Loader adalah alat berat yang fungsinya bekerja sama dengan alat berat lain yaitu untuk mengangkat material konstruksi yang akan dimuat kedalam *dump truck* atau dapat bekerja sendiri yaitu memindahkan material langsung ke tempat lain. Landasan kerja alat ini biasanya relatif rata, kering, dan kokoh.

Berikut rumus produksi *Wheel Loader* perjam adalah:

$$Q = \frac{V \times F_a \times F_b \times 60}{T_s} \text{ m}^3 \dots\dots\dots (2-9)$$

Sumber: Pedoman Analisa Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum, 2016.

Bagian 1: Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bidang Umum

Keterangan:

Q = Kapasitas produksi *wheel loader*, m³/jam

V = Volume *bucket*, m³

F_a = Faktor efisiensi alat

F_b = Faktor *bucket*

T_s = Waktu siklus, menit

Tabel 2.12.

Faktor Bucket untuk *Wheel Loader* dan *Track Loader*

Kondisi Penumpahan	Wheel Loader	Truck Loader
Mudah	1,10 – 1,00	1,10 – 1,00
Sedang	0,95 – 0,85	1,10 – 0,95
Agak sulit	0,85 – 0,80	1,00 – 0,90
Sulit	0,80 – 0,75	0,90 – 0,80

Sumber: Pedoman Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil, 2013.

8. Perhitungan *Three Wheel Roller*



Gambar 2.12. *Three Wheel Loader*

Sumber: Katalog alat berat konstruksi PU, 2013.

Three Wheel Loader (Penggilas roda tiga) adalah alat penggilas yang tergolong tua yang difungsikan pada pekerjaan-pekerjaan pemampatan. Fungsi utama alat ini adalah untuk memadatkan lapisan-lapisan yang terdiri dari bahan-bahan yang berbutir kasar, misalnya untuk pembuatan jalan *macadam*.

Berikut rumus produksi *Three Wheel Loader* perjam adalah:

$$Q = \frac{V \times F_a \times b_e \times t \times 1000}{n} \text{ m}^3 \dots\dots\dots (2-10)$$

Sumber: Pedoman Analisa Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum, 2016.

Bagian 1: Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bidang Umum

Keterangan:

Q = Kapasitas produksi *three wheel loader*, m³/jam

V = Kecepatan pemadatan, km/jam

F_a = Faktor efisiensi alat

b_e = Lebar efektif pemadatan, m

t = Tebal lapisan, m

Tabel 2.13.

Kecepatan, Lebar Pemadatan dan Jumlah Lintasan Alat Pemadatan

Jenis pemadatan	Kecepatan rata-rata (km/jam)	Lebar pemadatan efektif (m)	Jumlah lintasan (n)
<i>Road roller</i>	± 2,0	Lebar roda total – 0,2	4 – 8
<i>Tire roller</i>	± 2,5	Lebar roda total – 0,3	3 – 5
<i>Vibrating roller</i> besar	± 1,5	Lebar roda – 0,2	4 – 12
<i>Vibrating roller</i> kecil		Lebar roda – 0,1	

Lanjutan Tabel 2.13.

Kecepatan, Lebar Pemadatan dan Jumlah Lintasan Alat Pemadatan

Jenis pemadatan	Kecepatan rata-rata (km/jam)	Lebar pemadatan efektif (m)	Jumlah lintasan (n)
<i>Soil compactor</i>	4 – 10	Lebar roda drive – 0,2	4 – 12
<i>Tamper</i>	± 1,0		
<i>Macadam roller</i>		Lebar roda total – 0,2	
<i>Tandem roller</i>		Lebar roda total – 0,2	
<i>Bulldozer</i>		(lebar sepatu x 2) – 0,3	

Sumber: Pedoman Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil, 2013

9. Perhitungan Air Compressor



Gambar 2.13. Air Compressor

Sumber: Katalog alat berat konstruksi PU, 2013.

Air Compressor adalah alat penghembus udara yang bertekanan tinggi difungsikan untuk membersihkan udara dan kotoran yang dapat mengurangi mutu dan daya lekatan tulangan beton seperti: debu, potongan kawat, bendrat, dan serbuk kayu. Biasanya alat ini digunakan setelah proses pekerjaan pembesian selesai. Alat ini diperlukan untuk menjaga agar hasil pekerjaan pengecoran tidak tercampur dengan sisa-sisa dari pekerjaan pembesian maupun debu yang terdapat pada area pengecoran.

Berikut rumus produksi *air compressor* perjam adalah:

$$Q = \frac{1 \times Fa \times 60}{5} \text{ m}^2 \dots\dots\dots (2-11)$$

Sumber: Pedoman Analisa Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum, 2016.

Bagian 1: Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bidang Umum

Keterangan:

Q = Kapasitas produksi *air compressor*, m²

F_a = Faktor efisiensi alat

S = Asumsi kapasitas produksi pemecahan per 1 m² luas permukaan 5 menit/m²

l_t = Asumsi luas 1 m² diperlukan pemecahan selama 5 menit

10. Perhitungan *Batching Plant*



Gambar 2.14. *Batching Plant*

Sumber: Katalog alat berat konstruksi PU, 2013.

Batching Plant adalah alat yang pencampuran dalam produksi beton, dimana beton merupakan bahan dasar dalam pekerjaan struktur. Beton merupakan pencampuran dari bahan semen agregat, air, serta zat aditif. *Batching Plant* termasuk alat yang mampu memproduksi beton dengan jumlah yang besar dan kualitas yang tinggi.

Berikut rumus produksi *batching plant* perjam adalah:

$$Q = \frac{V \times F_a \times 60}{1000 \times T_s} \text{ m}^3 \dots\dots\dots (2-12)$$

Sumber: Pedoman Analisa Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum, 2016.

Bagian 1: Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bidang Umum

Keterangan:

Q = Kapasitas produksi *batching plant*, m³/jam

V = Kapasitas produksi, liter

F_a = Faktor efisiensi alat

T_1 = Lama waktu mengisi, menit

T_2 = Lama waktu mengaduk, menit

T_3 = Lama waktu menuang, menit

T_4 = Lama waktu menunggu, menit

T_s = Waktu siklus, menit

11. Perhitungan *Concrete Mixer*



Gambar 2.15. *Concrete Mixer*

Sumber: Katalog alat berat konstruksi PU, 2013

Concrete Mixer adalah alat yang menggabungkan semen secara agregat atau *ready mix* seperti pasir, kerikil, dan air untuk membentuk beton. Sebuah *concrete mixer* menggunakan drum berputar untuk mencampur komponen. Untuk volume yang lebih kecil biasa menggunakan mixer beton portabel sehingga beton dapat dibuat di lokasi konstruksi.

Berikut rumus produksi *concrete mixer* perjam adalah:

$$Q = \frac{V \times F_a \times 60}{1000 \times T_s} \text{ m}^3 \dots\dots\dots (2-13)$$

Sumber: Pedoman Analisa Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum, 2016.

Bagian 1: Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bidang Umum

Keterangan:

Q = Kapasitas produksi *concrete mixer*, m³/jam

V = Kapasitas tangki pencampur, m³

F_a = Faktor efisiensi alat

T₁ = Lama waktu mengisi, menit

T₂ = Lama waktu mencampur, menit

T₃ = Lama waktu menuang, menit

T₄ = Lama waktu menunggu, menit

T_s = Waktu siklus, menit

12. Perhitungan *Concrete Pump*



Gambar 2.16. *Concrete Pump*

Sumber: Katalog alat berat konstruksi PU, 2013.

Pada umumnya produksi dari alat *Concrete Pump* bervariasi antara 10 - 100 cuyd/jam. Ditinjau dari fungsinya *concrete pump* adalah alat untuk memompa beton yang sudah siap dipakai dari *mixer truck* ke lokasi pekerjaan pengecoran. Penggunaan *concrete pump* ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi waktu pengecoran. *Concrete pump* digunakan untuk mentransfer cairan beton dengan dipompa.

2.6. Produktivitas Pekerja

Produktivitas pekerja adalah batas kemampuan seseorang/pekerja dalam mengerjakan suatu pekerjaan guna menghasilkan barang dan jasa.

Beberapa faktor yang mempengaruhi produktivitas pekerja antara lain:

1. Personalia pekerja yang menyangkut kualitas dan kemampuan fisik pekerja, meliputi: tingkat pendidikan, latihan, motivasi kerja, etos kerja, mental, dan kemampuan fisik pekerja.
2. Sarana pendukung
 - Lingkungan kerja, meliputi: produksi, sarana dan peralatan produksi, tingkat keselamatan, dan keselamatan pekerja.
 - Kesejahteraan karyawan. Meliputi: manajemen, dan hubungan industri.

Untuk pekerjaan yang tidak menggunakan alat berat telah diatur berdasarkan peraturan menteri pekerjaan umum No. 11/PRT/M/2013 tentang pedoman analisis harga satuan pekerjaan bidang pekerjaan umum. Sedangkan untuk produktivitas pekerja yang

menggunakan alat berat maka perlu perhitungan, karena produktivitas pekerja berkaitan dengan alat berat yang digunakan.

$$Q_t = T_k \times Q \dots\dots\dots (2-14)$$

$$Q_t = \frac{Q_t}{T_k \times P} \dots\dots\dots (2-15)$$

Sumber: Pedoman Analisa Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum, 2013.

Q_t = Produksi per hari, m^3

T_k = Jumlah jam kerja

Q = Besarnya kapasitas produktivitas alat yang menentukan tenaga kerja,
 m^3/jam

Q_p = Produktivitas pekerja, m^3/jam

P = Jumlah pekerja yang diperlukan, orang

2.7. Durasi Pekerjaan

Durasi pekerjaan adalah lamanya waktu yang dibutuhkan untuk melaksanakan suatu kegiatan dari awal hingga akhir pekerjaan. Durasi yang dimaksud dapat dinyatakan dalam satuan jam, hari, atau minggu. Langkah awal yang harus dilakukan adalah memperkirakan / *estimasi* durasi pekerjaan untuk dapat memperkirakan lamanya waktu penyelesaian suatu pekerjaan proyek. Durasi dari setiap pekerjaan akan menentukan pelaksanaan proyek secara keseluruhan.

Lamanya kegiatan dapat dinyatakan dengan kuantitas dalam satuan hari, hari yang dimaksud disini adalah hari kerja. Namun tidak membatasi kemungkinan untuk digunakannya satuan seperti: jam, hari, minggu, atau bulan. Secara umum durasi pekerjaan dapat ditentukan dengan membagi kuantitas (volume) pekerjaan dengan produktivitas sumber daya yang dibutuhkan.

Berikut rumus perhitungan durasi pekerjaan yaitu:

$$Q_t = \frac{\text{Kuantitas (volume)}}{\text{produktivitas}} \dots\dots\dots (2-16)$$

Perkiraan besarnya durasi suatu pekerjaan yang tepat memperhatikan faktor-faktor berikut ini:

- Volume pekerjaan
- Tingkat kesulitan pekerjaan di lapangan
- Jumlah sumber daya yang tersedia
- Pengaruh cuaca / musim
- Jam kerja, istirahat, pergantian jam kerja, hari libur, dan presensi kerja

- Keamanan hal-hal yang tidak terduga dan pengalaman untuk kondisi pekerjaan yang sama sangat membantu untuk memperkirakan secara akurat.

2.8. Biaya Pelaksanaan Proyek

2.8.1. Biaya Langsung (*Direct Cost*)

Biaya langsung (*direct cost*) adalah elemen biaya yang tertera dalam item pembayaran atau menjadi komponen permanen hasil akhir proyek. Biaya langsung terdiri dari:

1. Penyiapan lahan (*Site preparation*)

Biasanya pekerjaan ini terdiri dari pembersihan, penimbunan, dan memotong tanah, mengeraskan tanah, dan lainnya. Disamping itu juga pekerjaan seperti pembuatan pagar, jalan, dan jembatan.

2. Pengadaan peralatan utama

Seluruh peralatan utama yang terlampir dalam gambar *desain-engineering* harus dipersiapkan. Misalnya untuk ini adalah generator dapur, *regenerator*, *reactor* dan lain-lain.

3. Biaya merakit dan pemakaian peralatan utama

4. Pipa

Terdiri dari pipa transfer, pipa penghubung dari tiap gardu listrik, motor listrik, jaringan distribusi, dan bangunan sipil lainnya.

5. Alat listrik dan instrument proyek

Terdiri dari motor listrik, gardu listrik, jaringan distribusi dan instrument proyek.

6. Pembangunan gedung

Gedung tersebut diantaranya: kantor, pusat pengendalian operasi, gedung dan bangunan lainnya.

7. Fasilitas pendukung *utility* dan *offsite*

Sama halnya adanya penyiapan lahan, perlu juga pembebasan lahan dengan menggunakan biaya proyek.

2.8.2. Biaya Tidak Langsung (*Indirect Cost*)

Biaya tidak langsung (*indirect cost*) adalah biaya yang bisa dikatakan tidak terkait langsung dengan komponen fisik pada proyek (volume, metode pelaksanaan, dan lainnya), tetapi mempengaruhi hasil penyelesaian kegiatan atau proyek. Biaya ini umumnya tidak tertulis dalam daftar item pembayaran dalam kontrak. Biaya tidak langsung terdiri dari:

1. Gaji tetap dan tunjangan

Gaji tim manajemen, tenaga kerja, penyedia konstruksi, dan lain-lain.

2. Kendaraan dan peralatan konstruksi
Termasuk biaya operasi dan pemeliharaan, pembelian bahan bakar, minyak pelumas, dan suku cadang kendaraan dan peralatan konstruksi.
3. Pembangunan fasilitas sementara
Fasilitas tempat kerja untuk tenaga kerja, penyediaan air dan listrik, fasilitas komunikasi untuk konstruksi, dan lain-lain.
4. Pengeluaran umum
Termasuk *small tools*, penggunaan alat dan bahan sekali pakai.
5. Laba kontijensi (*Fee*)
Merupakan biaya yang dianggarkan untuk menutupi hal-hal yang belum tentu dilaksanakan.
6. *Overhead*
Termasuk biaya untuk operasi perusahaan dalam lingkup keseluruhan, terlepas dari ada atau tidaknya kontrak yang sudah ditanda tangani. Contoh: biaya pemasaran, *advertensi*, gaji eksekutif, sewa kantor, komputer, dan telepon.
7. Pajak, sumbangan, biaya perjanjian, dan asuransi, berbagai macam pajak seperti PPN, PPh, dan lainnya atas nama hasil operasi perusahaan.

2.9. Analisa Harga Satuan Pekerjaan

Analisa harga satuan pekerjaan (AHSP) merupakan proses memperkirakan (*estimasi*) pekerjaan (biaya) yang akan ditanggung berdasarkan harga satuan daerah. Jika angka yang menunjukkan volume total pekerjaan belum dapat ditentukan dengan pasti, tetapi biaya per unitnya telah dapat dihitung. (Soeharto, 1995, p.141).

Berdasarkan data kuantitas dan jenis pekerjaan dapat ditentukan semua komponen/sumber data yang dibutuhkan untuk masing-masing komponen yang terlibat (Gould, 1997, p.143). Analisa harga satuan pekerjaan secara umum akan memperhitungkan tiga sumber biaya yang dikeluarkan, yaitu: bahan, upah, dan alat.

1. Analisa harga satuan bahan
Analisa biaya material terdiri dari biaya pembelian material, biaya transportasi material, biaya penyimpanan material, dan biaya kerugian akibat kehilangan material.
2. Analisa harga satuan upah
Analisa harga satuan upah tenaga kerja bertujuan untuk mendapatkan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan untuk mengerjakan suatu volume pekerjaan tertentu beserta besarnya biaya yang diperkirakan. Berikut biaya pekerja dibedakan atas:

- a) Upah harian, upah yang dibayarkan setiap hari. Sementara untuk penentuan besarnya upah dipengaruhi oleh jenis keahlian pekerja, lokasi pekerjaan, jenis pekerjaan dan lain-lain.
- b) Upah borongan, upah yang dibayarkan tergantung dari hasil negosiasi oleh pihak kontraktor (pelaksana) dengan pekerja dalam satuan item pekerjaan. Besarnya upah yang didapatkan berdasarkan besar volume pekerjaan yang dikerjakan.
- c) Upah berdasarkan produktivitas, besarnya upah ini tergantung dari besarnya pekerjaan yang dapat diselesaikan oleh pekerja dalam kurun waktu tertentu. Upaya mengejar jumlah pekerjaan ini (biasanya lembur) tentunya harus tetap memperhatikan dari kualitas pekerjaan.

Besarnya harga satuan untuk satuan (unit) pekerjaan adalah dengan mengalikan kuantitas (*man day*) dengan harga upah per hari masing-masing pekerja.

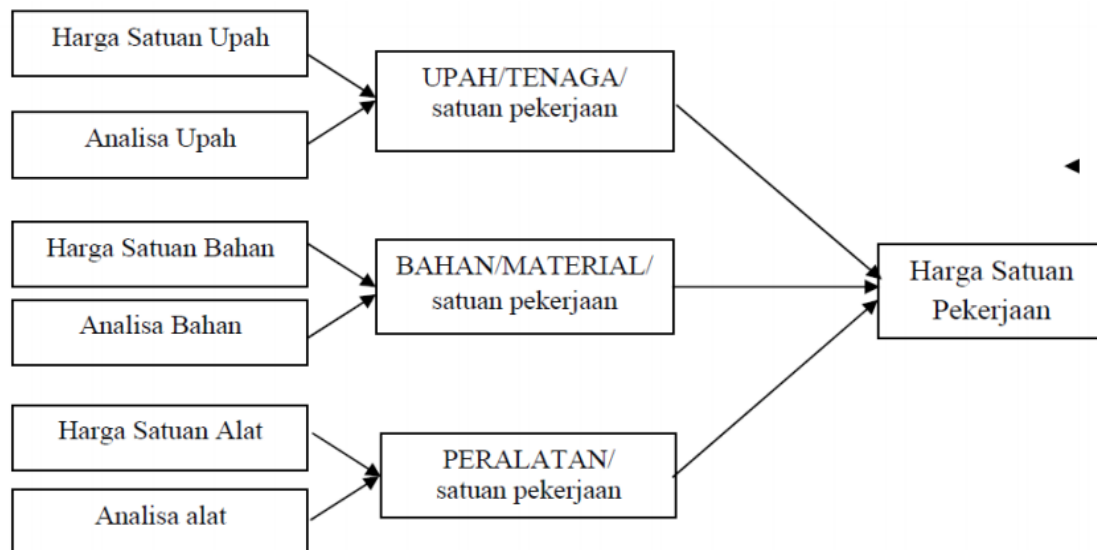
3. Analisa harga satuan upah

Analisa harga satuan alat digunakan untuk menentukan kuantitas alat berat yang diperlukan untuk menggerakkan satu satuan (unit) volume pekerjaan dan juga menentukan besarnya biaya yang harus ditentukan. Harga satuan alat ada dua macam yaitu: harga satuan per jam dan harga satuan per hari.

Besarnya harga satuan alat untuk satuan (unit) pekerjaan adalah dengan mengalikan kuantitas alat yang dibutuhkan dengan harga satuan (per jam atau per hari) untuk alat yang digunakan. Nilai dari harga satuan untuk setiap masing-masing sumber daya pada item pekerjaan tambahan akan menyesuaikan dengan memperhitungkan *faktor indeks* yang berlaku pada tahun bersangkutan.

$$\text{Harga satuan A} = \text{Harga satuan B} \times \frac{\text{Indeks harga tahun A}}{\text{indeks harga tahun B}} \dots\dots\dots (2-17)$$

Jadi jika disimpulkan, analisa harga satuan pekerjaan merupakan analisa yang digunakan untuk dapat menentukan jumlah satuan (unit) volume pekerjaan tertentu yang harus dikeluarkan. Besarnya harga satuan pekerjaan bisa didapatkan dengan menjumlahkan seluruh biaya yang dikeluarkan untuk satu satuan (unit) volume pekerjaan, yang meliputi: biaya bahan/material, biaya upah tenaga kerja, dan biaya peralatan.



Gambar 2.17. Skema Penentuan Harga Satuan Pekerjaan
Sumber: Widiyanti & Lenggogeni, 2013

2.10. Alokasi Sumber Daya Terpakai

Tenaga kerja dalam suatu kegiatan proyek konstruksi merupakan bagian dari sumber daya proyek yang dapat diartikan sebagai orang yang secara langsung terlibat dalam pekerjaan fisik proyek tersebut. (Soeharto, 1999, p.25).

Jumlah dan macam tenaga kerja yang diperlukan dalam setiap pekerjaan berdasarkan pada jumlah sumber daya yang diperlukan untuk satu satuan pekerjaan, yang besarnya disusun atas dasar pengalaman yang didasarkan atas spesifikasi teknis yang ada. Sedangkan sumber daya peralatan yang dialokasikan pada dasar hasil produksi dari tiap peralatan untuk setiap pekerjaan.

2.11. Logika Ketergantungan Pekerjaan

Logika ketergantungan pekerjaan disini memiliki tujuan untuk menentukan urutan atau hubungan antara satu pekerjaan dengan pekerjaan yang lainnya yang dilampirkan dalam jaringan kerja. Logika ketergantungan pekerjaan merupakan hubungan ketergantungan pada setiap kegiatan dalam proses pelaksanaan proyek. Pada pekerjaan tertentu, hubungan antara satu pekerjaan dengan lainnya juga bisa tidak ada saling ketergantungannya.

Seluruh aktivitas kegiatan dalam suatu proyek selanjutnya, dihubungkan berdasarkan hubungan yang logis, sehingga membentuk suatu jaringan pekerjaan (*network diagram*) yang berisi rangkaian peristiwa dan kegiatan. Berikut beberapa langkah dalam menentukan penyusunan daftar ketergantungan pekerjaan:

1. Setiap item kegiatan didefinisikan.

2. Perkiraan (*estimasi*) kebutuhan sumber daya seperti: biaya pengadaan bahan dan alat yang diperlukan, serta kebutuhan tenaga kerja.
3. *Estimasi* durasi (lama waktu pelaksanaan).
4. Pembuatan daftar kegiatan kelompok.
5. Pengkodean, yaitu dengan memberi nomor dan nama pada setiap kegiatan yang digunakan pada saat penyajian jaringan kerja serta komputer.
6. Mengidentifikasi semua kegiatan yang harus selesai sebelum kegiatan yang ditinjau dilakukan.
7. Melakukan evaluasi setiap kegiatan sebelum selesai.
8. Membuat daftar ketergantungan kegiatan-kegiatan proyek serta diagram jaringan kerja berdasarkan daftar ketergantungan terkait.
9. Melakukan perbaikan daftar ketergantungan serta diagram kerja yang dihasilkan dengan langkah diatas, jika dirasa ada ketidaksesuaian.

2.12. Network Planning (Perencanaan Jaringan Kerja)

2.12.1. Definisi Network Planning

Network planning (jaringan kerja) pada prinsipnya adalah hubungan ketergantungan setiap uraian pekerjaan (*variable*) yang divisualisasikan dalam bentuk *network*. Dengan demikian dapat diketahui metode pekerjaan mana yang harus dapat didahulukan, bila perlu ditambah waktu kerja (tambah biaya), pekerjaan mana yang dimulai dengan menunggu selesainya pekerjaan yang lain, pekerjaan mana yang dapat dilaksanakan tanpa tergesa-gesa sehingga alat dan pekerja dapat digeser ke tempat lain demi efisiensi pekerjaan.

Dalam penyusunan *Network planning* pada suatu proyek yang harus dilakukan, antara lain:

1. *Inventarisasi* kegiatan-kegiatan yang terdapat dalam proyek serta ketergantungan pekerjaan antara satu dengan lainnya.
2. Peninjauan kembali unsur waktu berdasarkan pengalaman, teori dan perhitungan mengenai jangka waktu dalam menyesuaikan penyelesaian pekerjaan dari awal sampai akhir.

Berikut adalah tahapan penyusunan jaringan kerja, adalah:

- a) Mengurutkan kegiatan-kegiatan berdasarkan item pekerjaan, lalu diberi kode kegiatan untuk mempermudah proses identifikasi pekerjaan.
- b) Estimasi durasi pekerjaan dengan mempertimbangkan jenis pekerjaan, volume pekerjaan, jumlah sumber daya, serta produktivitas pekerja.

- c) Penentuan hubungan antar kegiatan yang dilakukan dengan menggunakan tiga kemungkinan hubungan, yaitu kegiatan yang mendahului (*predecessor*), kegiatan yang didahului (*successor*), serta bebas.
- d) Perhitungan analisa lama waktu pelaksanaan pekerjaan serta sumber daya, dilakukan setelah langkah-langkah di atas dilakukan dengan teliti dan akurat.

2.12.2. Manfaat *Network Planning*

Dalam penyusunan *network planning*, manfaat yang bisa didapatkan antara lain:

- Dapat mengetahui rencana pekerjaan secara detail, ketergantungan tiap komponen pekerjaan. Termasuk pekerjaan bebas atau tergantung dengan pekerjaan lain.
- Dapat mengidentifikasi jalur kritis (*critical path*) dalam hal ini adalah jalur elemen yaitu kegiatan yang kritis dalam skala waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan.
- Dapat diketahui dengan pasti kesukaran yang akan timbul jauh sebelum terjadinya sehingga dapat diambil tindakan yang preventatif.
- Melakukan analisa perubahan-perubahan sumber daya dan memperhatikan dampak terhadap waktu selesainya proyek.
- Memungkinkan tercapainya penyelenggaraan proyek yang ekonomis dari segi biaya langsung dan segi penggunaan sumber daya yang optimal.
- Dapat dipergunakan untuk memperkirakan dampak dari hasil yang dicapai suatu kegiatan terhadap keseluruhan rencana.
- Memiliki kepastian dalam penggunaan sumber daya yang sudah ditetapkan.

2.12.3. Dasar-Dasar *Network Planning*

Dalam *network planning* ada beberapa istilah yang digunakan untuk mempermudah dalam menjelaskan suatu waktu kejadian dalam proyek. Berikut adalah beberapa istilah yang sering digunakan dalam pengerjaan *network planning*, antara lain:

a. Waktu luang (*float/stack time*)

Waktu luang adalah waktu yang tersedia dalam suatu kegiatan yang memungkinkan kegiatan tersebut dapat ditunda maupun diperlambat secara sengaja atau tidak disengaja, dengan alasan tidak menyebabkan proyek mengalami keterlambatan dalam penyelesaiannya.

Waktu luang dibagi menjadi 2 macam, yaitu *total float* dan *tree float*.

- *Total float* merupakan sejumlah waktu yang tersedia untuk dapat memperlambat pelaksanaan kegiatan tanpa mempengaruhi berakhirnya proyek dalam lingkup keseluruhan.
- *Free float* merupakan sejumlah waktu yang tersedia untuk dapat memperlambat pelaksanaan kegiatan tanpa mempengaruhi dimulainya kegiatan yang langsung mengikutinya.

b. *Lead Time*

Lead Time adalah besarnya waktu yang mungkin dapat dilakukan untuk bisa memulai suatu pekerjaan tanpa harus menunggu pekerjaan lain.

c. Waktu Luang (*Lag*)

Waktu Luang (*Lag*) adalah besarnya tenggang waktu untuk dapat memulai suatu pekerjaan setelah pekerjaan yang mendahuluinya selesai.

d. Kegiatan Kritis

Kegiatan kritis (*critical path*) adalah kegiatan yang memiliki durasi panjang dan memiliki keterkaitan dengan durasi pekerjaan lain. Kegiatan kritis sangat peka terhadap keterlambatan, dimana keterlambatan dapat mengakibatkan pekerjaan lain juga mengalami keterlambatan.

e. Lintasan Kritis

Lintasan kritis adalah salah satu lintasan yang terdapat pada jaringan pekerjaan yang berisi kegiatan-kegiatan kritis. Pada lintasan ini dapat diketahui jangka waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan.

f. Alokasi dan Pemerataan Sumber Daya

Alokasi dan pemerataan sumberdaya sangat penting untuk dilakukan agar dapat menghindari terjadinya pemborosan sumberdaya pada masing-masing item pekerjaan proyek. Hal ini harus dilakukan karena waktu dan tingkat sumberdaya masing-masing proyek memiliki keterbatasan dan kebutuhan sumberdaya yang berbeda. Sehingga perlu dilakukan pemerataan untuk mengatur tingkat kebutuhan sumberdaya dari waktu ke waktu secara baik (merata).

2.12.4. *Network Diagram*

Network diagram merupakan bentuk visualisasi proyek yang mengacu pada *network planning*. *Network diagram* berupa jaringan kerja yang berisi atas lintasan-lintasan kegiatan dan urutan peristiwa yang ada pada penyelenggaraan proyek. Dengan menggunakan *network diagram* dapat mengetahui hubungan dan keterkaitan setiap uraian kegiatan dalam proyek,

sehingga bila terjadi keterlambatan dapat segera terlihat kegiatan apa mana yang dipengaruhi oleh keterlambatan kegiatan tersebut dan berapa besar pengaruhnya terhadap kegiatan lainnya. Selain itu dengan *network diagram* dapat diketahui lintasan mana yang termasuk kritis, sehingga dengan mengetahuinya dapat menentukan skala prioritas dalam menangani masalah-masalah yang timbul dalam penyelenggaraan proyek. (Ali, 1995, p.8).

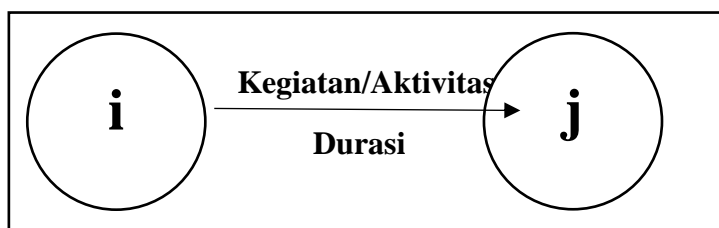
1. Diagram Panah (*Arrow Diagram Method*)

Arrow diagram method (ADM) disebut juga *activity on arrow method* (AOA) dan biasanya digunakan untuk proyek yang memiliki banyak ketergantungan antar kegiatannya. Metode ini dibentuk dari anak-anak dan lingkaran. Anak panah mewakili kegiatan-kegiatan proyek, sedangkan lingkaran, atau node, mewakili kejadian. Node pada bagian awal anak panah disebut node “I”, sedangkan node pada bagian kepala anak panah disebut node “J”.

Karena metode ini menghubungkan node-node dari setiap kegiatan bersama-sama, maka node J dari kegiatan sebelumnya menjadi node I pada kegiatan berikutnya. Terkadang metode ini juga disebut diagram I-J, arena penggunaan I atau J pada node-nodenya. Berikut terminologi yang digunakan dalam *Arrow diagram method* (ADM) adalah:

1. Aktivitas yaitu sebuah kegiatan yang termasuk bagian dalam proyek.
2. *Event* yaitu titik signifikan selama waktu proyek, sebuah *event* bisa saja merupakan waktu yang mana suatu aktivitas diselesaikan atau waktu yang mana aktivitas-aktivitas seluruhnya dapat diselesaikan.
3. Aktivitas *dummy* yaitu aktivitas buatan dengan nol durasi yang hanya menggambarkan hubungan preseden di antara kegiatan-kegiatan.

Dua elemen penting pada *Arrow diagram method* (ADM) adalah anak panah dan node. Satu anak panah dibuat untuk setiap kegiatan yang akan dikerjakan. Ekor anak panah merupakan awal dari kegiatan, sementara kepala anak panah merupakan akhir dari kegiatan. Jika ada permintaan, panjang anak panah biasanya dibuat sesuai dengan skala durasi waktu yang proporsional. Setiap aktivitas (anak panah) mengandung deskripsi yang jelas. Deskripsi dari aktivitas ini biasanya dituliskan pada diagram tersebut, di bawah atau di atas anak panah. Sebagai tambahan, setiap aktivitas juga didampingi durasinya.



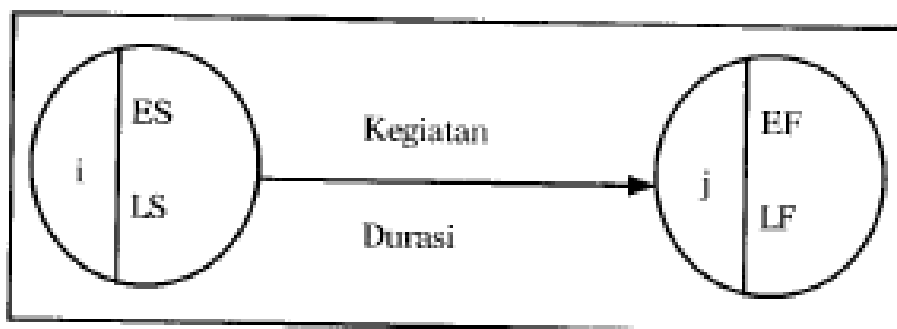
Gambar 2.18. Hubungan Kegiatan dan Kejadian pada ADM
Sumber: Widiyanti & Lenggogeni, (2013, p.54).

Pada jaringan kerja juga mengenal lintasan kritis, yaitu lintasan pekerjaan yang mempunyai rangkaian kegiatan, dengan total jumlah waktu terlama dan menunjukkan kurun waktu penyelesaian proyek yang tergolong cepat. Jadi, jalur kritis sendiri terdiri dari rangkaian kegiatan kritis, dimulai dari kegiatan pertama sampai pada kegiatan terakhir proyek. (Soeharto, 1999, p.240).

Jalur kritis penting artinya bagi para pelaksana proyek karena pada jalur ini terletak kegiatan-kegiatan yang pelaksanaannya harus tepat pada waktunya. Jika terjadi kendala seperti keterlambatan, maka akan menyebabkan keterlambatan proyek secara keseluruhan.

Beberapa istilah yang terlibat dengan perhitungan maju dan mundur pada metode ADM, yaitu:

1. *Early Start* (ES) merupakan waktu awal sebuah kegiatan dapat dimulai setelah kegiatan sebelumnya selesai. Bila waktu kegiatan dinyatakan atau berlangsung dalam jam, maka waktu itu adalah jam paling awal kegiatan dimulai
2. *Late Start* (LS) merupakan waktu paling akhir pada sebuah kegiatan dapat diselesaikan tanpa memperlambat penyelesaian jadwal proyek.
3. *Early Finish* (EF) merupakan waktu paling awal sebuah kegiatan yang dapat terselesaikan. Dimulai pada waktu awalnya dan diselesaikan sesuai durasinya. Jika hanya terdapat satu kegiatan dahulu, maka EF pada suatu kegiatan terdahulu merupakan ES kegiatan selanjutnya.
4. *Late Finish* (LF) merupakan waktu paling akhir sebuah kegiatan dapat dimulai tanpa memperlambat waktu penyelesaian proyek.



Gambar 2.19. ES, LS, EF, dan LF

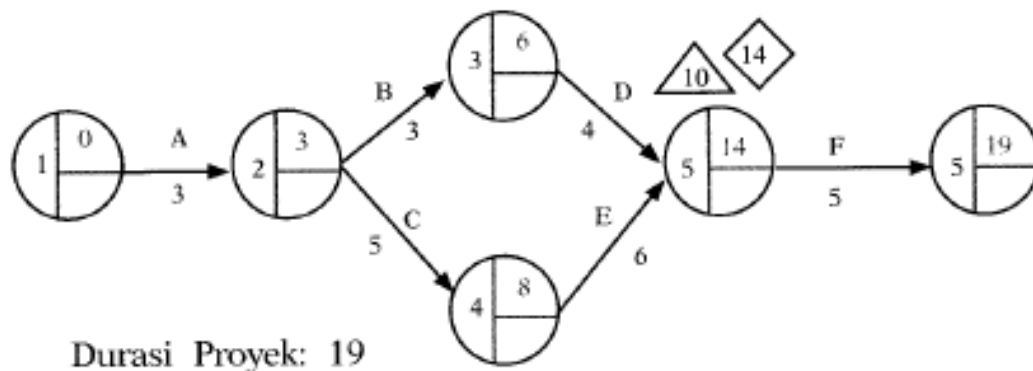
Sumber: Widiyanti & Lenggogeni, (2013 p.62).

Seperti yang sudah dijabarkan diatas, untuk mendapat angka-angka ES, LS, EF, dan LF, dikenal dengan dua perhitungan dalam kinerja metode ADM, yaitu perhitungan maju dan perhitungan mundur. Berikut penjelasan kedua perhitungan tersebut.

a. Perhitungan Maju

Identifikasi jalur kritis memerlukan suatu cara yang disebut perhitungan maju dengan aturan-aturan yang berlaku sebagai berikut:

- Kecuali kegiatan awal, maka suatu kegiatan baru dapat dimulai jika kegiatan yang mendahuluinya sudah selesai.
- Waktu paling awal suatu kegiatan = 0
- Waktu selesai paling awal suatu kegiatan adalah sama dengan waktu mulai paling awal, ditambah kurun waktu kegiatan yang bersangkutan.
- Jika suatu kegiatan memiliki dua atau lebih sub-kegiatan pendahulunya, maka ES adalah EF terbesar dari kegiatan tersebut.

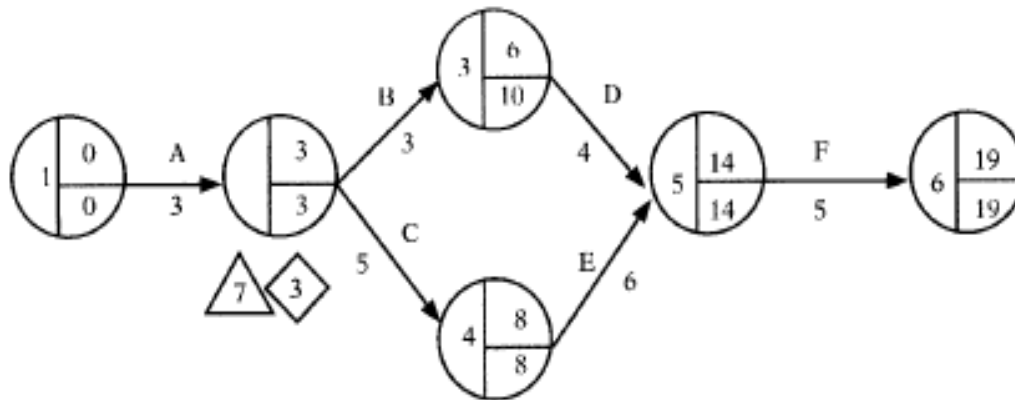


Gambar 2.20. Perhitungan Maju Menggunakan Metode ADM
Sumber: Widiasanti & Lenggogeni, (2013,p.63).

b. Perhitungan Mundur

Perhitungan mundur yang dimaksud berfungsi untuk mengetahui waktu paling terakhir untuk dapat memulai dan mengakhiri suatu kegiatan dengan catatan tanpa menunda kurun waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan, yang dihasilkan dari perhitungan maju. Aturan yang berlaku dalam perhitungan ini adalah sebagai berikut:

- Hitungan mundur dimulai dari ujung kanan, yaitu dari hari terakhir penyelesaian proyek suatu jaringan kerja.
- Waktu mulai paling akhir suatu kegiatan adalah sama dengan waktu selesai paling akhir.
- Jika kegiatan mempunyai dua atau lebih kegiatan selanjutnya, maka terakhir (LF) adalah waktu yang sama dengan waktu terakhir (LS) pada kegiatan selanjutnya.



Gambar 2.21. Perhitungan Mundur Menggunakan Metode ADM
Sumber: Widiyanti & Lenggogeni, (2013, p.65).

2. Diagram Prendence (*Precendence diagramming Method*)

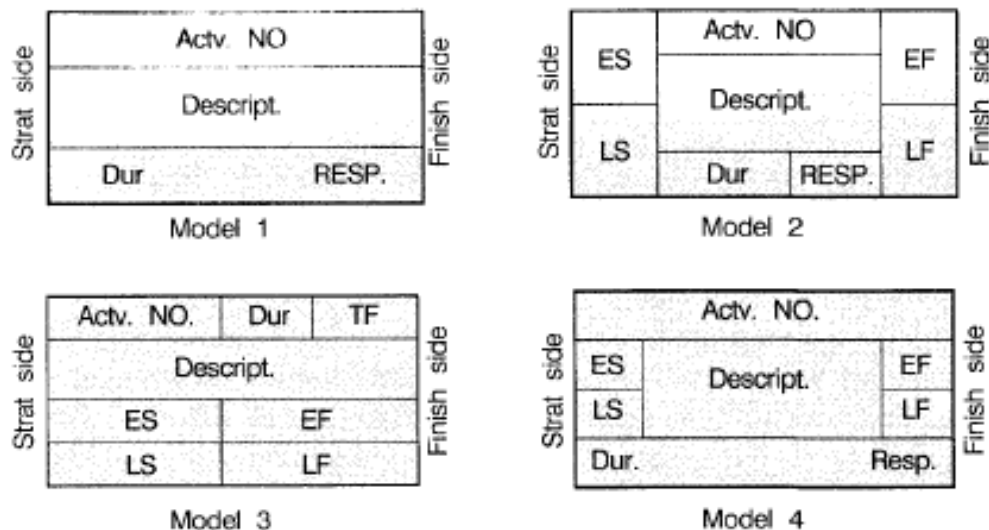
Precendence diagramming Method (PDM) merupakan salah satu teknik penjadwalan yang termasuk dalam teknik *penjadwalan network planning* atau rencana jaringan kerja. PDM ini menitikberatkan kegiatan pada node (*Activity on Node*).

Perbedaan antara *Arrow Diagram Method* (ADM) dengan *Precendence diagramming Method* (PDM), antara lain:

1. Pada ADM, kegiatan akan ditampilkan dengan anak panah, sedangkan PDM menggunakan node.
2. Pada ADM bentuk node adalah lingkaran, sementara pada PDM bentuk node persegi panjang.
3. Ukuran node pada PDM lebih besar daripada ukuran node pada ADM karena berisi banyak keterangan.

Dalam *precedence Diagramming Method* (PDM), aktivitas atau kegiatan ditunjukkan dengan node yang berbentuk persegi panjang dan berukuran besar. Di dalam node tersebut biasanya diisi hal-hal sebagai berikut:

1. Durasi.
2. Nomor kegiatan atau aktivitas.
3. Deskripsi aktivitas.
4. ES, EF, LS, LF.
5. *Float* yang terjadi.



Gambar 2.22. Macam-macam Bentuk Model Node PDM

Sumber: Callahan, (1992).

Pada *precedence Diagramming Method* (PDM), pemodelan hubungan logis antar kegiatan lebih fleksibel dibandingkan dengan *Arrow Diagram Method* (ADM). Pada ADM, hanya menggunakan satu jenis hubungan logis antara aktivitas, yaitu suatu kegiatan tidak dapat dilakukan jika kegiatan sebelumnya belum selesai. Berlawanan dengan PDM yang mampu melakukan empat hubungan logis pada setiap kegiatannya. Metode PDM juga dapat menggunakan konsep *lag* (jarak hari) antar kegiatan untuk dapat lebih mempermudah dalam proses penjadwalan. Keempat hubungan logis tersebut, diantaranya: *Finish to start* (FS), *Start to Start* (SS), *Finish to Finish* (FF), dan *Start to Finish* (SF).

a. *Finish to Start* (FS)

Hubungan *Finish to Start* (FS) pada PDM merupakan hubungan logis yang terjadi pada metode ADM. Jika hanya FS yang digunakan pada PDM, berarti penjadwalan tersebut sama dengan metode ADM. Intinya hubungan *Finish to Start* (FS) adalah suatu aktivitas tidak dapat dimulai sebelum aktivitas sebelumnya selesai. Hubungan ini dapat dibuat dalam tiga jenis jika *lag* digunakan, yaitu *lag nol*, *lag positif*, *lag negatif*.

Lag positif digunakan untuk situasi dimana kebutuhan material untuk perawatan sebelum pekerjaan lain dilakukan. *Lag nol* ditunjukkan pada akhir kegiatan kegiatan sebelumnya selesai dilakukan. *Lag negatif* dapat digunakan dalam situasi dimana suatu aktivitas diizinkan dilakukan sebelum aktivitas sebelumnya selesai.

b. *Start to Start* (SS)

Hubungan *start to start* dengan *lag negatif* digunakan untuk menunjukkan hubungan antara dua aktivitas yang dapat dimulai secara bersamaan. Sedangkan hubungan *start to start* dengan *lag nol* juga biasanya dibuat untuk melakukan dua kegiatan dengan

menggunakan dua sub-kontraktor yang berbeda atau dua kegiatan dengan dibawah satu kontraktor tapi menggunakan tenaga kerja, material, dan peralatan yang berbeda. Hubungan *start to start* dengan *lag* negatif sangat jarang digunakan karena sangat sulit untuk dipahami sehingga lebih baik untuk dihindari.

c. *Finish to Finish* (FF)

Sama halnya dengan hubungan *start to start*, hubungan *finish to finish* digunakan untuk menunjukkan hubungan antara selesainya dua aktivitas. Memberikan penjelasan antara suatu kegiatan yang dapat diselesaikan setelah kegiatan pendahulunya selesai dan pekerjaan A dan pekerjaan B harus selesai secara bersamaan. *Start to start* juga berkaitan dengan *lag nol*, *lag positif*, dan *lag negatif*.

d. *Start to Finish* (SF)

Hubungan ini memberikan penjelasan tentang hubungan antara satu kegiatan yang mampu diselesaikan setelah kegiatan sebelumnya dimulai. Hubungan ini digunakan untuk menghindari kebingungan pada ketidakketergantungan pada setiap kegiatan.

3. Diagram Balok (*Barchart*)

dalam bidang konstruksi, teknik penjadwalan yang paling sering digunakan adalah *bachart* atau diagram balok sering digunakan. *Barchart*/diagram balok adalah kumpulan aktivitas yang dilampirkan dalam kolom vertikal, sementara waktu dilampirkan dalam bentuk baris horizontal. Waktu mulai dan selesai setiap uraian pekerjaan beserta durasinya ditunjukkan dengan menempatkan balok horizontal di bagian sebelah kanan dari setiap kegiatan. Perkiraan waktu mulai dan selesai dapat ditentukan dari melihat skala waktu horizontal pada bagian bagan. Panjang dari balok menunjukkan durasi waktu dari aktivitas dan biasanya aktivitas-aktivitas tersebut disusun berdasarkan kronologi pekerjaannya. (Callahan, 1992).

Barchart sering digunakan dalam bidang konstruksi karena memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

1. Tergolong mudah dalam pembuatan serta persiapannya.
2. Mempunyai bentuk yang cukup mudah dimengerti.
3. Dapat digabungkan dengan metode lain, seperti kurva S, dapat dipakai lebih jauh sebagai salah satu bentuk pengendali biaya.

Selain memiliki ciri-ciri dan keuntungan tersebut, *barchart* juga memiliki keterbatasan karena kendala-kendala berikut ini:

1. Tidak menunjukkan secara spesifik terkait hubungan ketergantungan antara satu kegiatan dengan kegiatan yang lain, sehingga sulit untuk mengetahui dampak yang diakibatkan oleh keterlambatan satu kegiatan terhadap jadwal keseluruhan proyek.
2. Tergolong sulit dalam mengadakan perbaikan dan pembaruan, karena umumnya harus dilakukan dengan membuat bagan balok yang baru, padahal tanpa adanya pembaruan segera menjadi “kuno” dan menurun daya penggunaannya.
3. Untuk klasifikasi proyek yang berukuran sedang, besar sampai bersifat kompleks, penggunaan *barchart* akan menghadapi banyak kesulitan. Aturan umum penggunaan penjadwalan dengan *barchart* menyatakan bahwa metode ini hanya dapat digunakan untuk proyek yang kurang dari 100 kegiatan, karena jika lebih dari 100, maka akan sulit untuk terbaca dan digunakan.

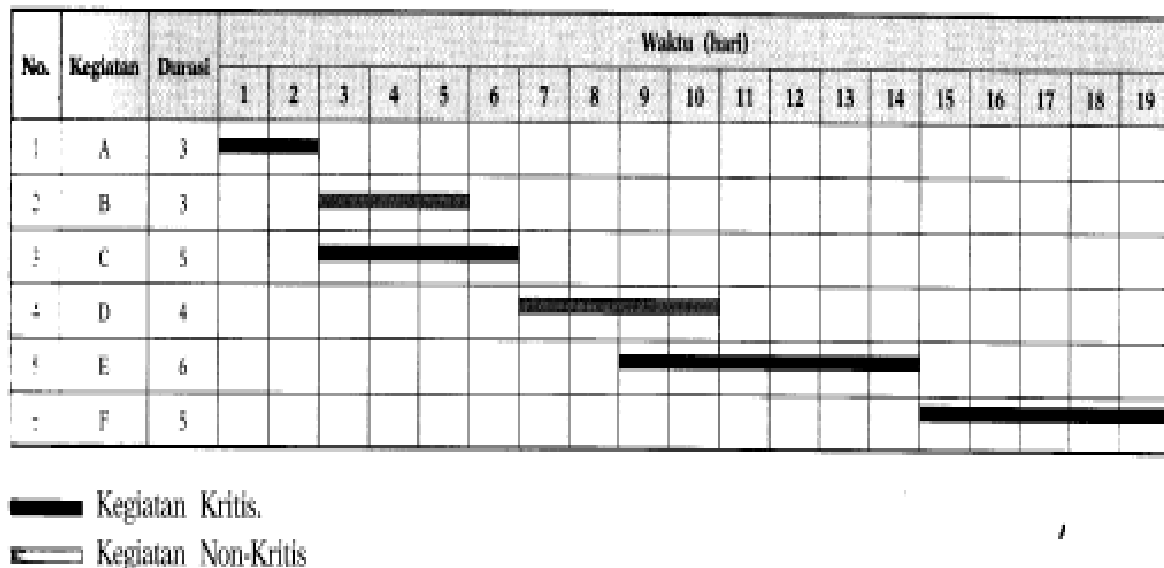
Secara umum *barchart* bertujuan untuk mengidentifikasi unsur waktu dan urutan dalam merencanakan suatu kegiatan, terdiri atas waktu mulai, waktu selesai, dan pada saat pelaporan. Berikut adalah perincian dari *barchart*:

1. Sumbu horizontal X tertulis dalam satuan waktu, misalnya hari, minggu, bulan, tahun. Waktu mulai dan waktu akhir suatu kegiatan akan tergambar dengan ujung kiri dan kanan balok dari kegiatan yang bersangkutan.
2. Sumbu vertikal Y menyatakan kegiatan atau aktivitas proyek dan digambar sebagai balok.
3. Perlu diperhatikan terkait urutan antara kegiatan yang satu dengan lainnya, meskipun belum terlihat ketergantungan antara satu kegiatan dengan lainnya.
4. Format penyajian dalam *barchart* yang lengkap berisi perkiraan urutan pekerjaan, skala waktu, dan analisis kemajuan/progres pekerjaan.
5. Jika *barchart* dibuat berdasarkan jaringan kerja *Arrow Diagram Method* (ADM), maka yang perlu pertama kali digambarkan adalah kegiatan kritis, kemudian dilanjutkan dengan kegiatan non kritis.

Penentuan unsur-unsur pada *barchart* tergantung pada kebutuhan proyek. Pada *barchart* sederhana, format pembuatan *barchart* sebagai berikut:

1. Bagian kepala berisi judul atau nama proyek, lokasi proyek, pemilik proyek, nomor proyek, nilai kontrak, nomor kontrak, tanggal pembaruan, dan data-data yang dianggap penting.
2. Bagian balok yang menunjukkan waktu kegiatan selama kegiatan berjalan dengan keterangan-keterangan sebagai berikut:

- Durasi kegiatan atau *estimasi* kurun waktu yang digunakan. Waktu yang digunakan biasanya digambarkan garis tebal, sejajar dengan waktu perencanaan. Dan dapat terlihat perbedaan antara perencanaan dan keadaan lapangan.
- Sumber daya untuk menyelesaikan proyek tersebut, berupa jam, orang atau jumlah orang dan lain-lain.
- Node I dan J, bila bagan balok dihasilkan dari analisis jaringan kerja, misalnya *Arrow Diagram Method* (ADM), maka akan memudahkan penggunaan bila dicantumkan juga penjelasan mengenai nomor node-I dan node-J pada masing-masing kegiatan.
- Garis laporan ditandai dengan garis putus vertikal. Dengan begitu, akan terlihat tingkat kemajuan atau keterlambatan masing-masing kegiatan.



Gambar 2.23. Contoh Diagram Balok (*Barchart*)

Sumber: (Widiasanti & Lenggogeni, 2013).

2.13. Menentukan Jadwal Pelaksanaan Proyek

Penjadwalan suatu proyek merupakan salah satu elemen hasil perencanaan dan bentuk pengendalian yang dapat memberikan penjabaran terkait jadwal rencana dan kemajuan proyek dalam hal kinerja sumberdaya berupa biaya, tenaga kerja, peralatan, dan material serta rencana durasi proyek dan progres waktu untuk penyelesaian suatu pelaksanaan proyek. Penjadwalan memiliki pengertian yaitu pengaturan perincian yang digunakan untuk melaksanakan rencana suatu proyek. Sedangkan jadwal pelaksanaan proyek adalah petunjuk untuk pelaksanaan proyek terkait kegiatan-kegiatan yang dilakukan sesuai waktu yang telah ditentukan yang telah divisualisasikan dalam bentuk diagram balok (*barchart*). Panjang

setiap balok menjelaskan lamanya waktu yang dibutuhkan untuk masing-masing kegiatan proyek dengan waktu perencanaan, tanggal penyelesaian suatu proyek yang sudah disepakati.

Kemajuan suatu pelaksanaan proyek dapat dilihat dengan menggunakan kurva “S”, pemakaian kurva “S” menitikberatkan kepada analisa kemajuan proyek dalam lingkup keseluruhan dari berbagai segi, segi waktu, biaya, dan progres suatu pekerjaan. Grafik kurva “S” dibuat dengan sumbu sebagai prosentase (%) penyelesaian suatu pekerjaan, sedangkan sumbu Y menunjukkan parameter satuan waktu. Hal ini berarti menunjukkan kemajuan besarnya volume pekerjaan yang dapat diselesaikan sepanjang pelaksanaan proyek. Dalam pembuatan kurva “S” memerlukan sumber data, diantaranya:

1. Metode Pelaksanaan Konstruksi

Metode Pelaksanaan Konstruksi ini akan memberikan suatu urutan kegiatan serta karakteristik kegiatannya melalui jaringan kerja.

2. Diagram Balok (*Barchart*)

Diagram balok (*barchart*) memiliki tujuan untuk dapat mempermudah dalam mengkaji kegiatan-kegiatan proyek yang masuk dalam suatu jangka waktu kemajuan pelaksanaan proyek, maka secara umum kurva “S” akan diplot dalam diagram balok atau yang biasa dikenal dengan *barchart*.

3. Distribusi Sumber Daya

Distribusi sumber daya ini tergantung dari jenis sumber daya yang akan diawasi (segi biaya, tenaga kerja, material, alat proyek). Distribusi sumber daya ini juga dianggap sebagai pencerminan nilai suatu pekerjaan di lapangan.

Secara umum penjadwalan proyek memiliki manfaat-manfaat terhadap keberlangsungan proyek tersebut. Manfaat-manfaat penjadwalan proyek seperti berikut:

1. Memberikan pedoman terhadap setiap unit pekerjaan terkait batas waktu untuk memulai dan mengakhiri dari setiap tugas.
2. Memberikan fasilitas berupa sarana bagi manajemen untuk dapat melakukan koordinasi secara sistematis dan realistis dalam proses penentuan alokasi prioritas terhadap sumber daya dan waktu.
3. Memberikan wadah/sarana untuk menilai progres kemajuan pekerjaan secara keseluruhan.
4. Menghindari pendayagunaan sumber daya yang berlebihan, dengan tujuan proyek dapat selesai sesuai dengan yang sudah direncanakan.
5. Memberikan *detail deadline* waktu pelaksanaan pekerjaan secara jelas dan terperinci.

6. Salah satu bentuk wadah/sarana yang penting dalam prose pengendalian suatu proyek.

2.14. Kurva S

Kurva S adalah bentuk grafik yang dibuat dengan sumbu vertikal sebagai nilai komulatif biaya atau penyelesaian (*progress*) kegiatan sedangkan sumbu horizontal sebagai penunjuk waktu dalam satuan tertentu. Kurva S dapat menunjukkan progres pekerjaan pada suatu proyek berdasarkan kegiatan, waktu, serta bobot pekerjaan yang direpresentasikan sebagai presentase komulatif dari seluruh kegiatan proyek. Visualisasi kurva S memberikan informasi terkait kemajuan proyek dengan membandingkan terhadap jadwal rencana yang sudah dibuat.

Dapat disimpulkan bahwa kegunaan dan fungsi dari kurva S adalah sebagai berikut:

1. Untuk menganalisa kemajuan (*progress*) suatu proyek secara keseluruhan.
2. Untuk mengetahui pengeluaran dan kebutuhan biaya pelaksanaan proyek.
3. Untuk mengontrol penyimpangan yang terjadi pada proyek dengan membandingkan kurva S rencana dengan kurva S aktual.

Untuk membuat/merencanakan kurva S, langkah-langkah yang harus dilakukan sebagai berikut:

1. Mencari bobot setiap pekerjaan (%)

bobot pekerjaan didefinisikan sebagai besarnya pekerjaan siap, dibandingkan dengan pekerjaan siap seluruhnya dan dinyatakan dalam bentuk persen (Ibrahim, 2008).

Pekerjaan siap seluruhnya dinilai 100 %. Untuk mengetahui bobot pekerjaan dilihat dari rencana anggaran biaya yang telah disusun sebelumnya. Uraian untuk mendapatkannilai bobot pekerjaan digambarkan dalam skema sebagai berikut:

$$\text{Persentase bobot pekerjaan} = \frac{\text{Biaya pekerjaan tersebut}}{\text{Total anggaran biaya}} \times 100 \%$$

2. Membagi persentase (%) bobot biaya pekerjaan pada durasi

Setelah bobot didapatkan, maka ditempatkan pada kolom bobot di *barchart* yang tersedia. Bobot yang didapat dibagi dengan durasi pekerjaan/kegiatan sehingga didapat bobot biaya untuk setiap periodenya.

3. Menjumlahkan persentase (%) bobot biaya pekerjaan pada durasi

Selanjutnya adalah dengan menjumlahkan bobot biaya sesuai dengan kolom lajur waktu dan hasilnya ditempatkan pada bagian bobot biaya di bagian bawah *barchart*

4. Membuat komulatif dari persentase (%) bobot biaya pekerjaan pada lajur persentase (%) komulatif bobot biaya

Manager 2016 sebagai alat bantu dalam penyusunan *Network Planning*, karena dirasa penggunaan aplikasi ini cukup sesuai dalam studi kali ini.

2.15.1. Microsoft Project Manager 2016

Microsoft project manager 2016 adalah program aplikasi komputer yang berfungsi untuk membantu dalam penyusunan rencana kerja dalam suatu proyek. Program pada aplikasi ini merupakan salah satu bagian dari aplikasi *microsoft* yang memiliki fokus kepada *network planning* pada suatu *project*. Program ini membantu dalam pembuatan jadwal mulai dari tahapan awal perencanaan hingga tahap akhir suatu pelaksanaan proyek. Hal-hal awal yang dilakukan dalam sebuah proyek sebagai berikut:

1. Melaksanakan perencanaan penjadwalan serta melibatkan semua orang berkompeten dalam suatu proyek tersebut.
2. Menentukan rencana dasar (*baseline*) yang telah disepakati oleh pihak-pihak terkait yang meliputi jenis-jenis pekerjaan (*task*), sumber daya yang dibutuhkan (*cost*), dan penjadwalan kerja (*schedule*) kapan pekerjaan bisa dimulai dan kapan pekerjaan selesai dilaksanakan.
3. Perencanaan dijalankan dan pelaksanaan perkembangan dipantau dalam tahapan *tracking*. Apabila tidak sesuai rencana, maka dilakukan penjadwalan ulang (*reschedulling*).

Output dari suatu pekerjaan dalam perencanaan suatu proyek menggunakan *Microsoft Project Manager 2016* bisa bermacam-macam. *Microsoft Project Manager 2016* menyediakan fasilitas seperti umumnya suatu aplikasi. Dalam studi ini *output* dari penggunaan aplikasi *Microsoft Project Manager 2016* diantaranya:

1. Jadwal pelaksanaan *main dam* dan *spillway* pada bendungan gondang yang divisualisasikan dalam bentuk *gant chart*.
2. Alokasi sumber daya (pekerja, material, dan alat berat) yang dibutuhkan pelaksanaan *main dam* dan *spillway* pada bendungan gondang yang divisualisasikan dalam bentuk *barchart*.

Microsoft project manager 2016 mempunyai banyak kelebihan yang terhitung berguna untuk waktu yang akan datang dan sengaja dirancang untuk mempermudah dalam pengaturan jadwal pekerja, pemanfaatan sumber daya yang optimal, jalannya pekerjaan, serta keakuratan informasi pekerjaan. *Microsoft project manager 2016* juga mampu menyusun ulang pekerjaan secara cepat dan memungkinkan melakukan pengawasan terhadap jadwal yang sudah dibuat agar ketidaksesuaian tidak menghambat jalannya

pekerjaan. Masalah-masalah seperti adanya tugas-tugas yang terlewat, tanggal-tanggal yang mempengaruhi tugas lain, dengan *Microsoft project manager 2016* dapat mempermudah proses kontrol pekerjaan.

Perlu diketahui bahwa *Microsoft project manager 2016* merupakan penggabungan dari tiga metode manajemen proyek, yaitu: PERT (*Program Evaluation Review Technique*), CPM (*Critical Path Method*), dan *Gant Chart* dalam pengelolaan proyek. Berikut adalah beberapa fasilitas yang diberikan oleh *Microsoft project manager 2016* adalah:

1. Memiliki sistem operasi sendiri yaitu *microsoft windows*, sehingga mempermudah untuk dipelajari.
2. Mampu melakukan pembuatan jadwal baru dengan mengisi daftar pekerjaan, durasi waktu pekerjaan, pengoperasian, dan lainnya.
3. Penjadwalan pekerjaan dan kalender bisa disesuaikan dengan diatur sesuai kebutuhan.
4. Penyusunan laporan dapat disusun dalam berbagai bentuk format.

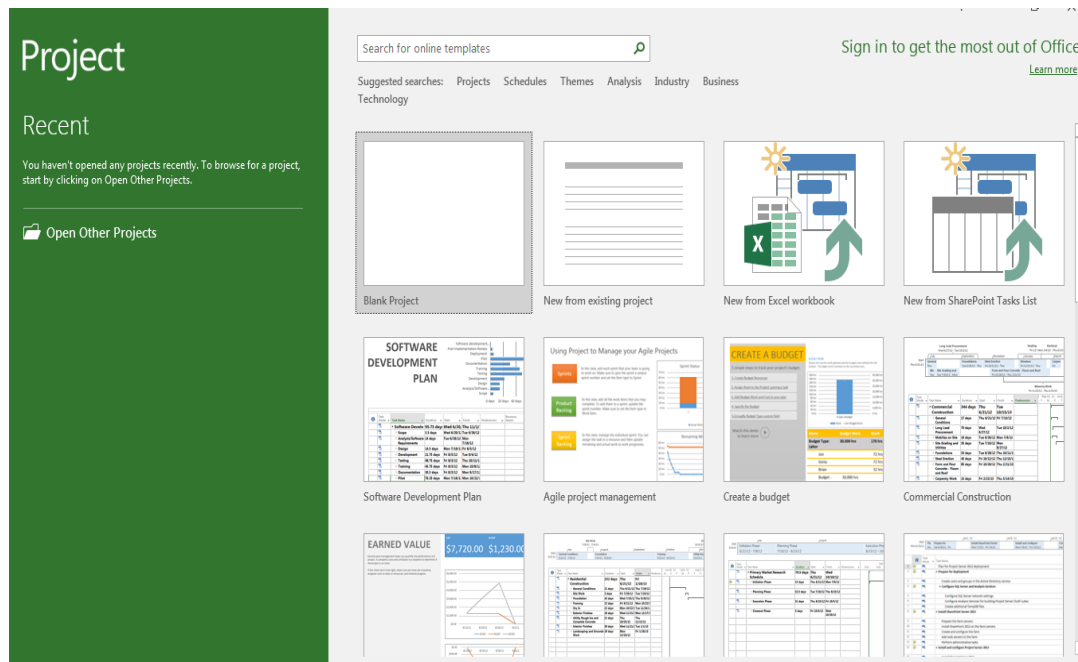
2.15.2. Penggunaan Microsoft Project Manager 2016

Microsoft Project Manager 2016 merupakan suatu program manajemen yang dikhususkan desain untuk project, *Microsoft Project Manager 2016* akan sangat membantu bagi seorang pelaku yang bergelut dibidang proyek khususnya seorang *Project Control* atau *Project Manager*. Ada banyak teknik penerapan penjadwalan dalam *Microsoft Project Manager 2016*, mulai dari pembuatan rencana proyek, alokasi sumber daya yang tersedia, perencanaan biaya proyek, pembuatan rencana pergerakan proyek, hingga proses evaluasi terhadap proyek.

Penyusunan jaringan kerja (*Network Planning*) memiliki fungsi untuk menjelaskan/ menunjukkan adanya hubungan/keterkaitan satu pekerjaan dengan pekerjaan lainnya sesuai dengan analisa yang sudah dilakukan. Data-data yang dibutuhkan dalam penyusunan jaringan kerja (*network planning*) adalah jenis pekerjaan, estimasi durasi pekerjaan, logika ketergantungan pekerjaan, dan kebutuhan sumber daya.

Dalam pengelolaan proyek menggunakan aplikasi ini memiliki beberapa tahapan yang harus dilakukan, tahapan penggunaan *Microsoft Project Manager 2016* sebagai berikut:

1. Memulai program *Microsoft Project Manager 2016* sebagai berikut:
 - Pilih *Start*;
 - *All Program*;
 - *Microsoft Office*;
 - *Microsoft Project Manager 2016*.



Gambar 2.25. Tampilan Awal Program Microsoft Project Manager 2016.

2. Menentukan waktu (kalender dan jam kerja)

Langkah awal yang harus dilakukan dalam *Microsoft Project Manager 2016* adalah dengan penentuan waktu kalender dan jam kerja dahulu. Di dalam *Microsoft Project Manager 2016* standart yang berlaku adalah 5 hari kerja dan untuk jam adalah 8 jam kerja. Jadi harus disesuaikan dengan jam kerja pada suatu proyek tersebut. Penentuan jam kerja ini sangat berpengaruh terhadap penyelesaian suatu proyek. Semakin banyak waktu kerja dalam satu minggu maka semakin cepat pula penyelesaian proyek tersebut.

3. Menyusun jadwal proyek

Penentuan jadwal proyek yang dibutuhkan dapat dibuat dengan langkah memasukkan daftar pekerjaan, lalu penentuan durasi waktu pekerjaan untuk setiap sub-bagian dari proyek tersebut. *Microsoft Project Manager 2016* adalah salah satu fasilitas pemecahan pekerjaan menjadi bagian-bagian lingkup kecil berupa tugas dan rincian durasi waktu pekerjaan, sehingga akan mempermudah proses pengelolaannya. Dengan penentuan prioritas pekerjaan dalam *Microsoft Project Manager 2016* ini, akan mampu menghitung kebutuhan yang diinginkan serta dapat menyusun kerangka jadwal keseluruhan proyek.

4. Memasukkan Sumber Daya

Hal berkaitan dengan penambahan sumber daya yang dibutuhkan (tenaga kerja, peralatan, serta biaya) untuk setiap pekerjaan dengan syarat daftar pekerjaan dan tugas masing-masing telah tersusun terlebih dahulu. Dengan menggunakan *Microsoft Project*

Manager 2016 akan mempermudah pekerjaan karena proses pengisian yang praktis dan juga langsung tersusun.

5. Menyesuaikan Jadwal

Penyesuaian jadwal ini dibutuhkan agar mampu mengetahui ketepatan dalam pencapaian suatu kegiatan konstruksi, sehingga jika terjadi ketidaksesuaian dapat di evaluasi dan dapat dilakukan perubahan jadwal agar tidak mengganggu keberlangsungan pekerjaan pada proyek.

6. Publikasi Informasi Proyek

Publikasi ini bertujuan untuk menginformasikan kepada seluruh elemen yang terlibat dalam proyek. Dalam pembaharuan informasi program *Microsoft Project Manager 2016* sangat membantu. Hal-hal mengenai kemajuan proyek dapat ditampilkan dengan baik oleh program ini.

7. Penelusuran kemajuan proyek

Data baru yang berupa pencapaian dalam penabahan hasil pelaksanaan proyek akan dengan mudah dimasukkan dan *Microsoft Project Manager 2016* akan mempermudah untuk menganalisa hambatan kritis, sehingga dapat diatasi sebelum terlambat.

2.15.3. Kelebihan dan Kekurangan *Microsoft Project Manager 2016*

1. Kelebihan *Microsoft Project Manager 2016* sebagai berikut:

- Bar menu yang disediakan lebih lengkap, diantaranya adalah tersedianya *network planning*, *task usage*, *gantt chart*, dan *tracking gantt*.
- Mampu melakukan bentuk penjadwalan secara efektif dan efisien, karena ditunjang dengan berbagai informasi alokasi waktu yang dibutuhkan untuk setiap proses, serta kebutuhan sumber daya untuk setiap proses dalam satuan waktu.
- Informasi aliran biaya selama periode dapat diperoleh secara langsung.
- Jika terjadi kendala bisa dimodifikasi, sehingga dapat melakukan *rescheduling*.
- Penyusunan jadwal yang baik akan mempermudah memperoleh hasil dalam waktu yang tepat.

2. Kekurangan *Microsoft Project Manager 2016* sebagai berikut:

- Penggunaan hanya untuk *single user* atau penggunaan sendiri.
- Hanya satu user yang dapat melakukan perubahan, meskipun diakses secara bersamaan.
- Karena tergolong *single user software*, kurang dapat memaksimalkan pengendalian suatu proyek.

- Tidak dapat melakukan input file ketika sedang dibuka oleh user lain.
- Setiap user yang sedang membuka file dapat melihat keseluruhan isi file, software ini tidak dapat membatasi data yang akan dilakukan perubahan, diinput, dihapus atau yang hanya sekedar dilihat atau proses pengecekan.

BAB III METODOLOGI

3.1. Kondisi Daerah Studi

Lokasi proyek Bendungan Gondang terletak di Kabupaten Karanganyar, Jawa Tengah. Jika dilihat dari garis bujur dan garis lintang, maka Kabupaten Karanganyar terletak antara 110°40' – 110°70' BT dan 7°28' – 7°46' LS. Ketinggian rata-rata 511 meter di atas permukaan laut serta beriklim tropis dengan temperatur 22°-31°.

Kabupaten Karanganyar merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Jawa Tengah yang berbatasan dengan :

Sebelah Utara	: Kabupaten Sragen
Sebelah Timur	: Provinsi Jawa Timur
Sebelah Selatan	: Kabupaten Wonogiri dan Kabupaten Sukoharjo
Sebelah Barat	: Kota Surakarta dan Kabupaten Boyolali

Luas wilayah kecamatan kerjo adalah 46,82 km². Desa dengan luas terbesar adalah desa tawangsari yaitu 6,77 km² (14,46%), kemudian desa kuto, yaitu 6,34 km²(13,56%). Sedangkan yang terkecil adalah desa kwadungan yaitu 2,30 km² (4,91 %) dan desa Ganten yaitu 2,99 km² (6,39%). Kecamatan kerjo memiliki luas tanah sebesar 4.682,2735 ha, yang sebagian besar merupakan dataran, terdiri dari tanah sawah 1.129,6358 ha yang terbagi menjadi irigasi teknis 81,00 ha, ½ teknis 835,9228 ha, sederhana 212,9230 ha dan tadah hujan 0 ha. Luas tanah kering adalah 3.552,6377 ha, yang terbagi menjadi tanah pekarangan/bangunan 1.205,0428, tegal/kebun 710,8885 ha, padang rumput/kolam 22,6931 ha, perkebunan 1.395,2965 ha dan lainnya 218,7168 ha.

Dari hasil pekerjaan survei lapangan meliputi area pengukuran topografi (PT. Gracia Widyakarsa), Secara umum as rencana bendungan berada pada satuan breksi dengan perkiraan ketebalan top soil antara 0,50–4,00 m, serta di bagian dasar sungainya berupa batuan breksi, selang-seling batu pasir dan batu lempung dengan tebal 2 cm–40 cm yang tersingkap didasar sungai dan bagian tebing kiri, sedang kemiringan kedua sisi tebingnya pada sebelah kiri agak landai sedangkan lereng kanan relatif terjal bersudut sekitar 60°, dan bentuk lembah rencana lokasi as bendungan secara umum adalah berbentuk huruf-V. Belokan sungai yang tajam terdapat disekitar as bendungan bukan karena bentukan dari endapan sungai, melainkan karena pengaruh dari struktur geologi yang bekerja di daerah tersebut.

Dari hasil tersebut, as bendungan yang berada di lokasi dihilu 2,5 km dari bendung Temanten/Ngantenan. Lokasinya berada di dusun Gondang Desa Ganten Kabupaten Karanganyar.



Gambar 3.1. Peta Lokasi Studi

Sumber: Laporan Detail Design Pembangunan Bendungan Gondang 2012.

3.2. Kondisi Geologi Studi

Berdasarkan Peta Geologi Lembar Ponorogo skala 1:100.000 (*Puslitbang Geologi, 1997*), batuan dasar daerah bendungan gondang dan sekitarnya secara regional terletak pada endapan gunung api kwarter dan gunung api lawu. Morfologi regional dipengaruhi oleh gunungapi lawu, yang termasuk dalam jalur gunung api kwarter yang masih aktif. Perbukitan di utara sungai Trtomoyo merupakan perbukitan lipatan berarah timur laut-barat daya. Beberapa tonjolan morfologi dibentuk oleh batuan terobosan. Secara morfogenesis perbukitan di sekitar wilayah ini dipengaruhi oleh struktur geologi (lipatan dan sesar) dan sifat litologi. Morfologi daerah bendungan berada pada ketinggian antara (300 - 1000) m di atas muka laut, merupakan perbukitan berelief sedang sampai terjal, kemiringan antara (30- >40)° berarah relatif barat – timur dengan puncak tertinggi adalah gunung Lawu (3.265 m). Pada daerah perbukitan kemiringan sedang antara (30 - >40)°, merupakan bagian timur-tenggara perbukitan gunung Lawu.



Gambar 3.2. Foto Rencana As Bendungan Gondang
Sumber: Laporan Detail Design Pembangunan Bendungan Gondang 2012.



Gambar 3.3. Foto Pelaksanaan Konstruksi Bendungan Gondang
Sumber: Foto Survey Lokasi Bendungan Gondang 2018.

3.3. Lingkup Pekerjaan

Lingkup pekerjaan yang dikaji pada proyek konstruksi Bendungan gondang, adalah sebagai berikut:

Pekerjaan pada Bendungan Utama (*Main Dam*)

1. Pekerjaan persiapan.
2. Pekerjaan *dewatering* pelaksanaan bendungan.
3. Pekerjaan *land clearing dan grubbing*.
4. Pekerjaan pengupasan (*stripping*)
5. Pekerjaan galian tanah.
6. Pekerjaan galian batu.
7. Pekerjaan *slury*.
8. Pekerjaan timbunan pada bendungan utama yang meliputi timbunan *contact clay*, timbunan material kedap air (inti), timbunan material random, timbunan material filter dan rip-rap.
9. Pekerjaan drainase dengan pemasangan batu kali dan bangunan V-Notch (15 x 7 m) ; depth = 1,5 m (lengkap dengan accebase concrete).
10. Pekerjaan pengeboran rotary untuk *consolidation grouting*.
11. Pekerjaan pengeboran rotary untuk *sub-curtain grouting*.
12. Pekerjaan pengeboran rotary untuk *curtain grouting*
13. Pekerjaan water preasure test untuk *curtain grouting*.
14. Pekerjaan water preasure test untuk *sub-curtain grouting* dan *consolidation grouting*.
15. Pekerjaan *slush grouting dan rim grouting*.
16. Pekerjaan pengaspalan ATB diatas tubuh bendungan.

Pekerjaan pada Bangunan Pelimpah (*Spillway*)

17. Pekerjaan *land clearing dan grubbing*.
18. Pekerjaan pengupasan (*stripping*) dengan t = 0,30 m.
19. Pekerjaan galian tanah.
20. Pekerjaan galian batu.
21. Pekerjaan timbunan tanah kembali.
22. Pekerjaan pengeboran rotary untuk *consolidation grouting*.
23. Pekerjaan pengeboran rotary untuk *sub-curtain grouting*.
24. Pekerjaan pengeboran rotary untuk *curtain grouting*
25. Pekerjaan water preasure test untuk *curtain grouting*.

26. Pekerjaan water preasure test untuk *sub-curtain grouting* dan *consolidation grouting*.
27. Pekerjaan *slush grouting* dan *contact grouting*.

3.4. Data yang Dibutuhkan

Dalam studi data yang dibutuhkan adalah data sekunder (*engineering estimate*) yaitu data dari instansi terkait yang menangani proyek tersebut. Data-data yang diperlukan adalah sebagai berikut:

1. Data Kontrak, yang meliputi:
 - Data jenis dan volume pekerjaan
 - Data waktu penyelesaian pekerjaan
 - Rekapitulasi biaya proyek secara keseluruhan
2. Data Teknis Tubuh Bendungan

- Elevasi Puncak Bendungan	: + 520,000
- Elevasi Kaki Pondasi	: + 449,000
- Panjang Tubuh Bendungan	: 604 m
- Lebar Sungai	: 16 m
- Tipe Bendungan	: Random Dengan Inti
- Filter	: Vertikal Blanket
- Kedalaman Galian Pondasi	: 10 m
- Tinggi Maksimum	: 71 m
- Lebar Puncak	: 12 m
- Kemiringan Hulu	: 1 : 2,8
- Kemiringan Hilir	: 1 : 2,5
- Volume Timbunan (Total)	: 238 Juta m ³
- Volume Timbunan Inti	: 0,34 Juta m ³
- Volume Timbunan Filter	: 0,25 Juta m ³
- Volume Timbunan Random	: 1,69 Juta m ³
- Volume Timbunan Rip-Rap	: 0,10 Juta m ³
3. Data Teknis Pelimpah (*spillway*)

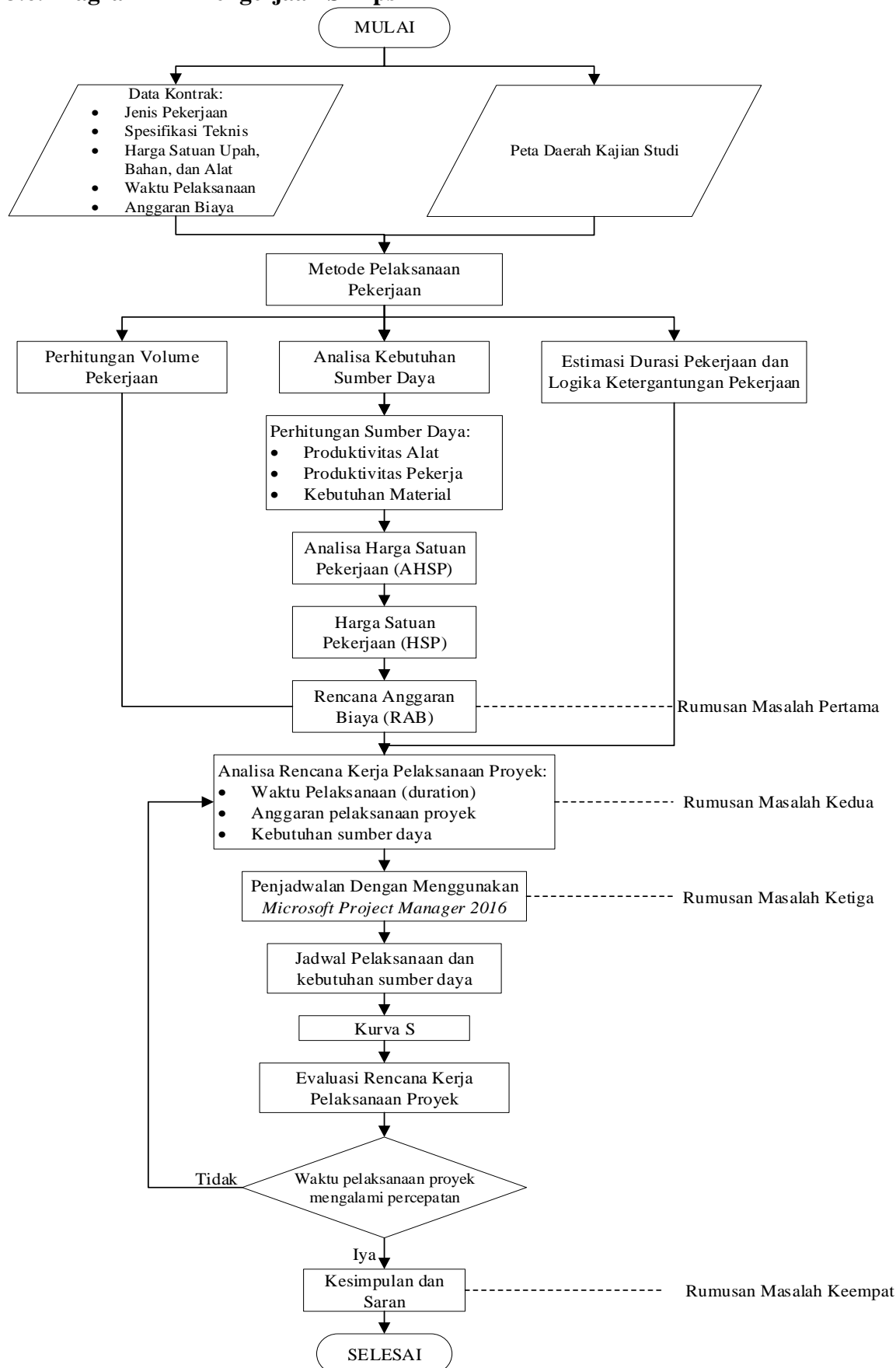
- Elevasi Mercu	: + 515,000
- Lebar Mercu	: 45 m
- Panjang <i>Spillway</i> (Total)	: 519,45 m
4. Data harga satuan tenaga kerja, bahan dan sewa peralatan
5. Peta daerah kajian

3.5. Tahapan Pengerjaan

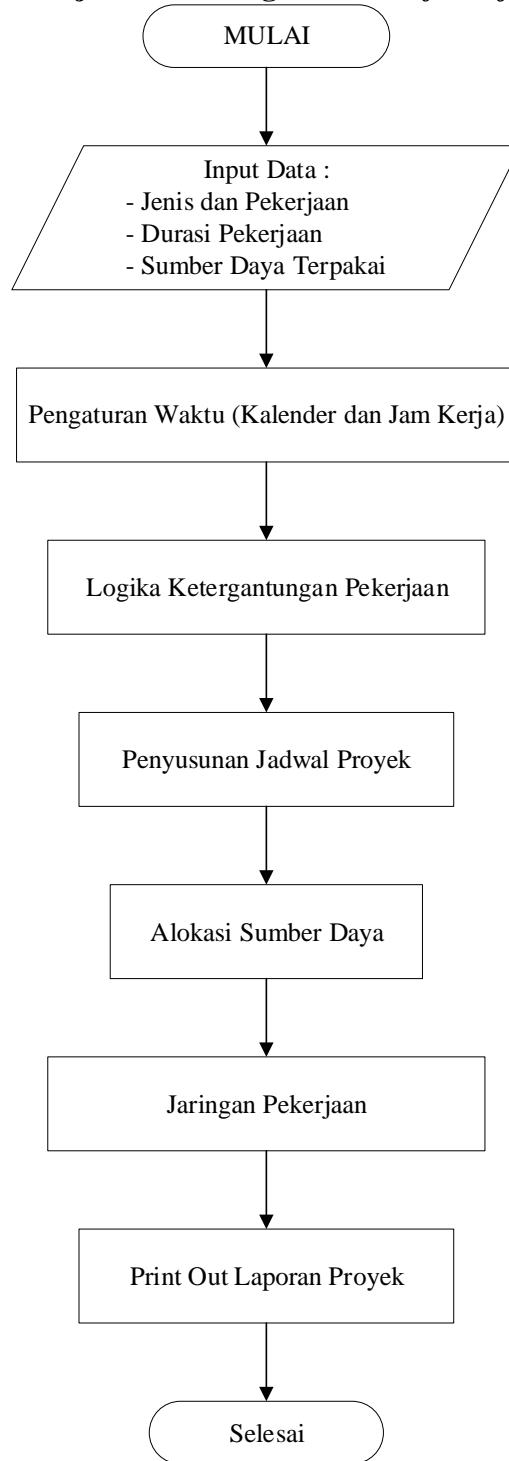
Tahapan pengerjaan dapat dilakukan ketika semua data yang diperlukan sudah terkumpulkan, beberapa tahapan pengerjaan antara lain:

1. Menghitung besarnya biaya produktivitas alat berat yang digunakan sesuai spesifikasi teknis dari setiap alat.
2. Menghitung volume setiap uraian pekerjaan.
3. Menganalisa harga satuan pekerjaan
4. Menghitung rencana anggaran biaya keseluruhan.
5. Menentukan besarnya durasi pekerjaan untuk setiap uraian pekerjaan.
6. Menentukan alokasi sumberdaya yang digunakan untuk masing-masing pekerjaan.
7. Menentukan logika ketergantungan pekerjaan.

3.6. Diagram Alir Pengerjaan Skripsi



Gambar 3.4. Diagram Alir Pengerjaan Skripsi

3.7. Diagram Alir Penjadwalan dengan *Microsoft Project Manager 2016*

Gambar 3.5. Diagram Alir Penjadwalan dengan *Microsoft Project Manager 2016*

BAB IV PEMBAHASAN

4.1. Metode Pelaksanaan Pekerjaan

Penggunaan teknologi yang tepat sangat berpengaruh terhadap suatu proyek konstruksi. Pemilihan metode pelaksanaan pekerjaan yang tepat, praktis, dan cepat dapat mempengaruhi penyelesaian item pekerjaan pada proyek konstruksi. Sehingga dapat mencapai target waktu, biaya dan mutu sesuai yang diharapkan. Metode pelaksanaan pekerjaan merupakan penjelasan dari tata cara dan teknik pelaksanaan pekerjaan.

4.1.1. Metode Pelaksanaan Pekerjaan Bendungan Utama (*Main dam*)

Pembangunan Bendungan Gondang merupakan salah satu solusi atas permasalahan ketersediaan air baku dan sistem irigasi yang akan dimanfaatkan untuk sebagian besar wilayah Kabupaten Sragen dan Kabupaten Karanganyar. Bendungan gondang merupakan bendungan dengan tipe urugan, dimana material pengisi tubuh bendungan meliputi material tanah, pasir, kerikil, dan batuan.



Gambar 4.1. Lokasi Konstruksi Bendungan Gondang
Sumber: Foto Survei Lokasi Bendungan Gondang

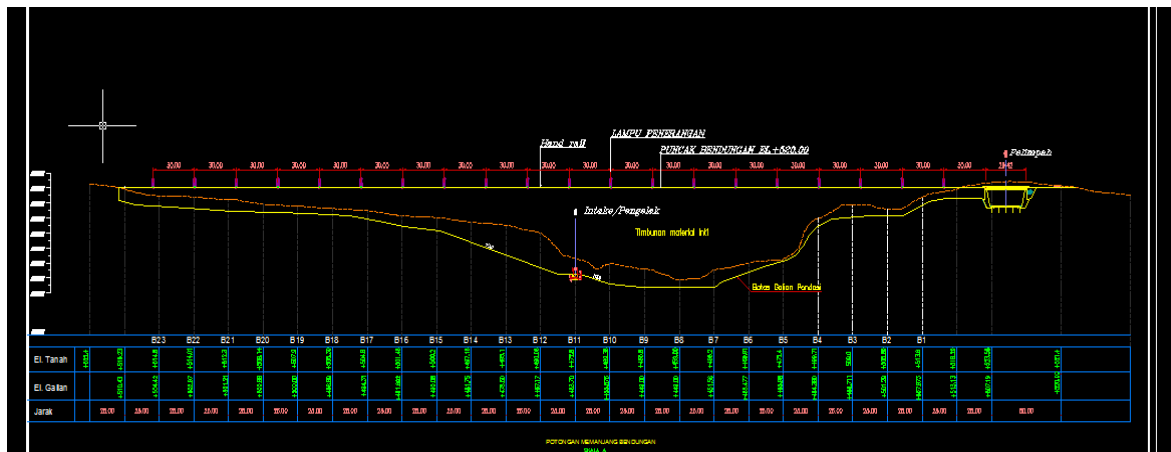
4.1.1.1. Pekerjaan Dewatering Pelaksanaan Bendungan

Pada pelaksanaan bendungan pada saat memilih pekerjaan sementara untuk *dewatering* perlu mempertimbangkan:

- Karakteristik pengaliran air sungai, frekuensi banjir, besar banjir puncak, besaran banjir, dan lama waktu banjir.
- Kondisi topografi di lokasi bendungan.
- Kondisi geologi, pondasi serta ukuran tubuh bendungan.
- Lama waktu pengalihan air bila dibandingkan dengan lamanya waktu pelaksanaan bendungan.

4.1.1.2. Pekerjaan Galian Main Dam

Metode pelaksanaan pekerjaan konstruksi *main dam* dibagi atas beberapa tahapan pekerjaan antara lain:



Gambar 4.2. Potongan Memanjang Main Dam Bendungan Gondang

Sumber: Data Perhitungan PT. Gracia Widyakarsa Konsultan Teknik dan Supervisi.

1. Clearing Grubbing dan Stripping

Sebelum memulai pelaksanaan pekerjaan konstruksi *main dam*, kontraktor harus mengupas *top soil* untuk membersihkan semua pohon, kayu, dan jenis kotoran lainnya. Pembersihan pada lokasi pekerjaan dilaksanakan untuk membersihkan material-material yang dapat mengganggu pada pelaksanaan pekerjaan struktur sesuai dengan cakupan pekerjaan yang tertera dalam kontrak pekerjaan. Setelah pekerjaan pembersihan dan pemerataan tanah selesai, akan dilakukan pekerjaan pengupasan (*stripping*) yaitu pengupasan tanah di bagian permukaan sedalam 30 cm. Pekerjaan ini melibatkan para pekerja, mandor yang dengan pendayagunaan alat berat seperti *excavator*, *bulldozer*, *dump truck*, dan gergaji mesin.

Tahapan pekerjaan *clearing* dan *grubbing* antara lain:

- a) Persiapan untuk proses mobilisasi peralatan dan tenaga kerja;

- b) Melengkapi personil dengan alat pelindung diri (APD) serta pemasangan rambu-rambu k-3 di lapangan;
- c) Pengukuran *setting out* lokasi yang akan di *clearing*;
- d) Mempersiapkan gambar kerja dan perhitungan volume pekerjaan;
- e) Mengajukan gambar kerja dan kuantitas pekerjaan kepada pengawas / direksi / konsultan untuk mendapat persetujuan;
- f) Apabila tidak disetujui maka pelaksana (kontraktor) harus melakukan revisi dari usulan gambar kerja dan volume pekerjaan dan diajukan kembali;
- g) Apabila disetujui maka pelaksanaan pekerjaan pembersihan bisa dimulai : yaitu pembersihan secara menyeluruh meliputi bangunan, pepohonan, tanaman, semak belukar dan sebagainya sesuai dengan gambar spesifikasi teknis;
- h) Mengumpulkan hasil dari pekerjaan pembersihan lapangan ke lokasi tertentu yang ditentukan oleh pengawas / direksi / konsultan atau tempat persiapan sebelumnya;
- i) Hasil dari pekerjaan pembersihan akan ditinjau oleh pengawas / direksi / konsultan untuk menentukan kesesuaian pekerjaan pembersihan dengan gambar spesifikasi teknis;
- j) Pekerjaan pengupasan (*stripping*) dengan tebal 30 cm dikerjakan setelah pekerjaan *clearing* dan *grubbing*.

2. Galian Tanah

Pekerjaan galian tanah adalah pekerjaan penggalian dan pengangkutan semua material tanah, baik yang akan digunakan lagi maupun yang tidak digunakan lagi. Pekerjaan galian ini melingkupi penanganan, pengangkutan ke lokasi pemupukan atau pembuangan, pembentukan dan perapihan sesuai alur, elevasi, kemiringan dan urutan yang tercantum dalam gambar pekerjaan. Pekerjaan galian ini diawasi oleh pengawas dan juru ukur akan memasang *bow plank* agar hasil galian benar-benar sesuai dengan desain yang sudah ditentukan. Alat yang digunakan dalam pekerjaan ini antara lain: *excavator*, *dump truck*, alat ukur, serta alat bantu.

Tahapan dalam pekerjaan galian tanah antara lain:

- a) Pemasangan patok pada interval jarak tertentu dengan elevasi, ukuran dan kemiringan sesuai gambar kerja;
- b) Pemberian arahan dan perlengkapan alat pelindung diri (APD) kepada para pekerja;
- c) Pemasangan rambu-rambu K3 di lokasi pelaksanaan proyek jika diperlukan;
- d) Penggalian tanah dengan alat berat *excavator* sesuai dengan patok yang sudah dipasang;

- e) Hasil galian diangkut menggunakan alat berat *dump truck* ke tempat yang sudah disetujui oleh Pengawas/Direksi/Konsultan sebelumnya;
- f) Pemeriksaan ukuran, elevasi, kemiringan memanjang dan melintang galian tanah oleh juru ukur apakah sesuai dengan gambar kerja;
- g) Peninjauan oleh Pengawas/Direksi/Konsultan terhadap pekerjaan yang telah dilaksanakan apakah sesuai dengan spesifikasi teknis sehingga dapat dilakukan pekerjaan selanjutnya.

3. Galian Batu

Pada pekerjaan galian batu tidak bisa disamakan dengan pekerjaan galian tanah, dikarenakan dalam pekerjaan galian batu ada proses dimana batu yang sudah diangkut akan dihancurkan terlebih dahulu menggunakan alat *excavator* dan *breaker*. Lingkup pekerjaan galian batu adalah penggalian, pembelahan (penghancuran), pengangkutan semua material baik yang akan digunakan kembali maupun tidak digunakan lagi, pembentukan dan perapihan galian sesuai alur, elevasi, kemiringan, dan ukuran yang tercantum dalam lembar kerja. Alat yang digunakan dalam galian batu adalah *excavator*, *excavator with breaker*, *excavator*, *dump truck*, alat ukur, dan alat bantu.

Tahapan dalam pekerjaan galian batu antara lain:

- a) Pemasangan patok pada interval jarak tertentu dengan elevasi, ukuran dan kemiringan sesuai gambar kerja;
- b) Pemberian arahan dan perlengkapan alat pelindung diri (APD) kepada para pekerja pada pelaksanaan proyek;
- c) Pemasangan rambu-rambu K3 di lokasi pelaksanaan proyek jika dirasa sangat diperlukan;
- d) Pembelahan batu dengan alat berat *excavator with breaker*;
- e) Pelaksanaan galian batu menggunakan *excavator* sesuai dengan patok yang sudah dipasang juru ukur;
- f) Hasil galian batu diangkut menggunakan alat berat *dump truck* ke tempat yang sudah disetujui oleh Pengawas/Direksi/Konsultan sesuai dengan gambar spesifikasi teknis yang sudah disetujui sebelumnya;
- g) Pemeriksaan ukuran, elevasi, kemiringan memanjang dan melintang galian batu oleh juru ukur apakah sesuai dengan gambar kerja;
- h) Peninjauan oleh Pengawas/Direksi/Konsultan terhadap pekerjaan yang telah dilaksanakan apakah sesuai dengan spesifikasi teknis sehingga dapat dilakukan pekerjaan selanjutnya.

4.1.1.3. *Treatment Pondasi Bendungan*

Teknologi pemboran (*drilling*) dan penyuntikan semen bertekanan (*pressure grouting*) adalah salah satu bentuk *treatment* pondasi bendungan yang dilakukan di Bendungan Gondang yang tujuannya untuk mereduksi rembesan dan perbaikan pondasi bendungan (*foundation treatment*). *Grouting* adalah pekerjaan masukan bahan yang masih dalam keadaan cair (*slurry*) ke dalam material tanah atau batuan dengan bertekanan dan melalui lubang-lubang pada lapisan/strata yang dituju, tujuannya agar bahan *slurry* tersebut dapat mengisi setiap rongga dan lubang yang ada pada tanah yang nantinya akan mengeras dan menjadi satu dengan tanah.

Berikut adalah tujuan dilaksanakannya pekerjaan *grouting*

- Untuk memadatkan lapisan tanah yang tujuannya agar memperkuat lapisan tanah untuk dapat menahan beban dari bangunan yang akan direncanakan.
- Untuk menahan aliran, agar air tidak mengalir melalui bawah bendungan yang nantinya akan mengganggu kestabilan bendungan.
- Untuk menahan aliran air tanah agar tidak mengganggu pekerjaan yang sedang berjalan.

Secara garis besar pelaksanaan pekerjaan *grouting* dibagi atas beberapa tahapan sebagai berikut:

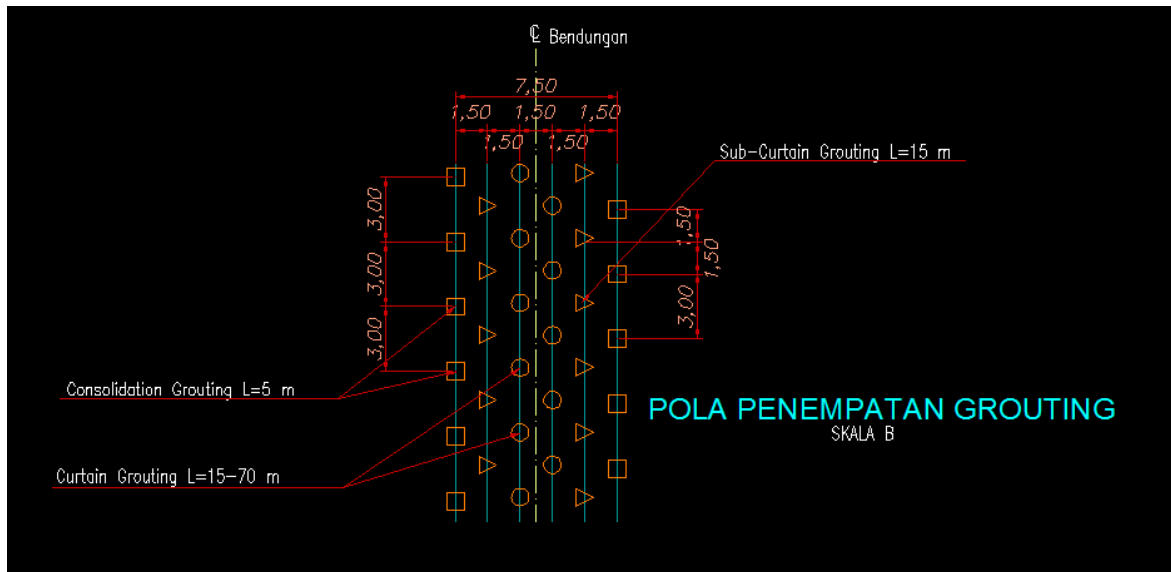
1. Tahan persiapan

Tahap persiapan awal adalah penentuan titik *grouting* yang ditentukan oleh tenaga ahli, jarak setiap titik disesuaikan dengan kebutuhan. Setelah itu, mempersiapkan perlengkapan dan peralatan yang memadai agar nantinya dalam pelaksanaannya mendapatkan hasil yang diharapkan. Pada pelaksanaan *grouting* pada *main dam* Bendungan Gondang menggunakan alat mesin bor dan penggerak, *water pump*, dan alat bantu lainnya.

2. Pekerjaan utama

Pekerjaan utama dalam pelaksanaan *grouting* adalah pengeboran lubang *grout*, pencucian lubang *grout* (*washing*), pengujian air (*water pressure test*) injeksi semen, penutupan lubang *grout* dan pembersihan kembali lokasi kerja.

Dalam pelaksanaan pekerjaan pengeboran dibagi atas 3 pelaksanaan yaitu pengeboran rotary untuk *consolidation grouting*, pengeboran rotary untuk *sub-curtain grouting* dan pengeboran rotary untuk *curtain grouting*.

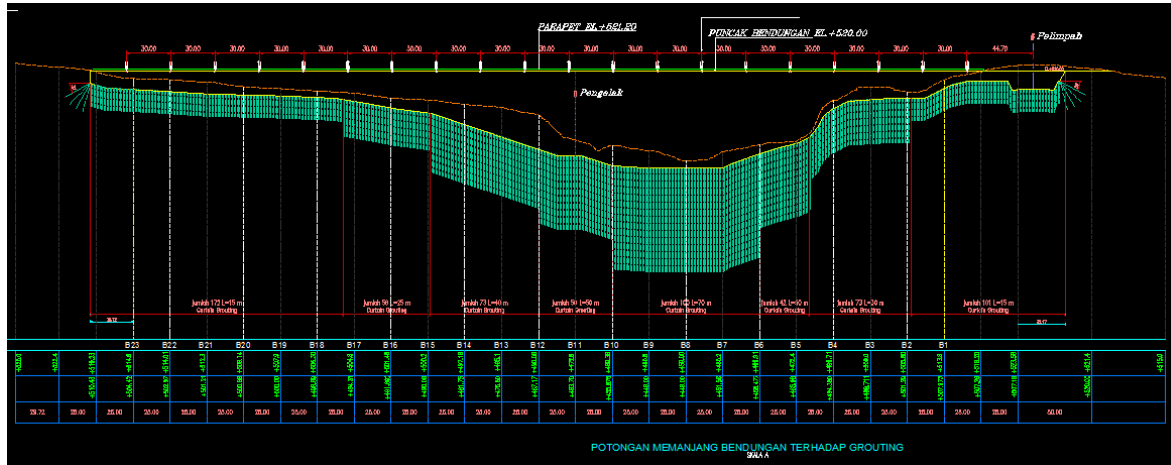


Gambar 4.3. Pola Penempatan Grouting

Sumber: Data Perhitungan PT. Gracia Widyakarsa Konsultan Teknik dan Supervisi

3. Pelaporan

Laporan harian kegiatan drilling grouting dibuat setiap hari dan diketahui oleh konsultan pengawas dan direksi lapangan. Sedangkan laporan akhir pelaksanaan pekerjaan grouting dibuat setelah seluruh pekerjaan lapangan selesai. Laporan tersebut merupakan gambaran pelaksanaan yang disampaikan secara jelas dan rinci.



Gambar 4.4. Potongan Memanjang Bendungan terhadap Grouting

Sumber: Data Perhitungan PT. Gracia Widyakarsa Konsultan Teknik dan Supervisi


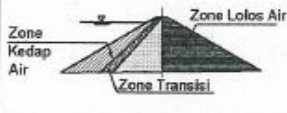
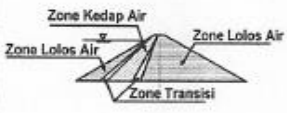
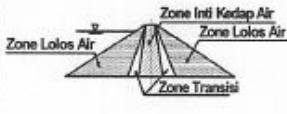
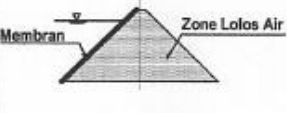
4.1.1.4. Pekerjaan Timbunan Main Dam

Pada hakekatnya bahan tubuh bendungan dapat dibedakan atas dua klasifikasi, yaitu:

- Bagan yang mempunyai fungsi utama penyangga tubuh bendungan, berupa yang lulus air, seperti pasir, kerikil, dan batu.
- Bahan yang mempunyai fungsi utama pencegah rembesan air dari waduk, berupa bahan yang kedap air yang umumnya adalah bahan tanah lempungan.

Pada umumnya, bahan yang lulus air tidak terlalu sensitif terhadap kadar air yang dikandungnya, sehingga karakteristik mekanisnya tidak banyak berubah, walaupun terjadi pengangkutan kadar air, baik bersumber dari air hujan maupun air tanah. Sebaliknya bahan yang kedap air sangat sensitif terhadap perubahan tingkat kadar air yang terkandung di dalamnya. Karenanya pada saat penimbunan, kadar air bahan tersebut harus diawasi secara teliti agar tidak terjadi perbedaan yang tidak diperkenankan.

Tipe bendungan urugan ditentukan berdasarkan evaluasi menyeluruh, mulai dari kondisi pondasi, material timbunan yang tersedia, metode pelaksanaan kondisi awal, dan sebagainya agar dapat memperoleh biaya yang minimum. Pada pelaksanaan konstruksi *main dam* Bendungan Gondang menggunakan tipe bendungan urugan zonal inti vertikal dengan bahan dasar tanah dan batuan urugan di daerah tersebut.

Tipe Bendungan		Gambar	Keterangan
Bendungan Urugan Homogin			Apabila 80% dari seluruh bahan pembentuk tubuh bendungan terdiri dari bahan yang bergradasi sama dan bersifat kedap air.
Bendungan Urugan Zonal	Tirai		Apabila bahan pembentuk tubuh bendungan terdiri dari bahan yang lolos air, tetapi dilengkapi dengan tirai kedap air di udiknya.
	Inti Miring		Apabila bahan pembentuk tubuh bendungan terdiri dari bahan yang lolos air, tetapi dilengkapi dengan inti kedap air yang miring ke arah hulu.
	Inti Vertikal		Apabila bahan pembentuk tubuh bendungan terdiri dari bahan yang lolos air, tetapi dilengkapi dengan inti kedap air yang berkedudukan vertikal.
Bendungan Urugan Batu Dengan Membran			Apabila bahan pembentuk tubuh bendungan terdiri dari bahan yang lolos air, tetapi dilengkapi dengan membran kedap air di lereng udiknya, yang biasanya terbuat dari lembaran baja tahan karat, lembaran beton bertulang, aspal beton, lembaran plastik, dan lain-lainnya.

Gambar 4.5. Tipe Bendungan Urugan

Sumber: Pedoman Pelaksanaan Bendungan Urugan, 2004.

Pekerjaan timbunan *main dam* dapat dilakukan setelah pekerjaan galian, pekerjaan pondasi *main dam* selesai dan genangan/rembesan air pada lokasi kerja sudah dapat diatasi. Sebelum dilakukan penimbunan, tapak pondasi harus dipastikan sudah tidak mengandung

pasir sungai, maupun tanah lagi. Dalam pekerjaan timbunan harus dilakukan tes penimbunan terlebih dahulu untuk mengetahui kadar air, gradasi material, ketebalan hamparan, jenis, berat serta jumlah lintasan alat pemadatan yang akan dipakai terhadap material yang akan dijadikan bahan timbunan dengan menggunakan alat berat yang akan digunakan nantinya. Kegiatan ini bertujuan untuk mendapatkan kualitas timbunan yang sesuai dengan desain. Alat yang digunakan untuk pekerjaan ini adalah *bulldozer*, *vibrator roller*, *water tanker*, *excavator*, *dump truck*, dan alat bantu lainnya.

Lingkup pekerjaan timbunan *main dam* diantaranya:

- a. Timbunan inti (zona 1)
- b. Timbunan filter (zona 2)
- c. Timbunan random (zona 3)
- d. Timbunan rip-rap (zona 4)

1. Timbunan Contact Clay dan Inti (Zona 1)

Material inti kedap air yang digunakan adalah tanah lempung. Setelah lokasi bersih dan siap dilakukan timbunan, maka material *contact clay* dihampar menggunakan *excavator* dan *bulldozer* yang membawa material setelah diangkut dari *stock pile* menggunakan *dump truck*. Hal ini dilakukan agar permukaan pondasi tidak terkontaminasi dari kotoran yang menempel di ban *dump truck*. Sebelum material *contact clay* digunakan, terlebih dahulu harus dilakukan mencantumkan syarat-syarat penting pemadatan seperti: batas kadar air, ketebalan lapisan, derajat kepadatan 95%, peralatan pemadat, dan banyaknya lintasan pemadatan. Spesifikasi peralatan pemadatan juga harus di periksa kembali sesuai keperluan pekerjaan di lapangan untuk meyakinkan bahwa peralatan tersebut dapat digunakan untuk pemadatan yang baik. Karena disini alat yang digunakan *vibratory roller* dilakukan pemeriksaan terhadap berat, *impact dynamic force*, *operating frequency of vibrator*, serta diameter dan panjang drum. Setelah memenuhi syarat tersebut, maka dilakukan penghamparan *contact clay* dengan ketebalan 15 cm, dengan frekwensi pemadatan antara 8-12 kali, alat pemadat yang digunakan *vibrator roller (sheep foot)*.

2. Timbunan Filter (Zona 2)

Material urugan filter/kerikil sebagai urugan lolos air (*pervius*) berupa pasir dan atau kerikil yang tidak kohesif dan material harus lolos saring no. 200 kurang dari 5 %. Uji kompaksi standart di laboratorium terhadap material tersebut tidak menghasilkan kadar air optimal dan kepadatan kering maksimal yang jelas, seperti halnya material kedap air (lempung). Kepadatan kering di lapangan dapat diperoleh dari hubungan kepadatan maksimum dan minimum yang diperoleh dari pengujian kepadatan relatif di laboratorium.

Pekerjaan timbunan filter yang dilaksanakan di hulu maupun di hilir dari timbunan inti dilaksanakan secara bersamaan, setelah timbunan inti mencapai ketebalan mencapai ketebalan minimal setebal timbunan filter. Tebal timbunan filter tidak boleh lebih dari 40 cm sebelum dipadatkan. Apabila permukaan yang dihamparkan terkontaminasi oleh material timbunan yang lain, maka permukaan yang dihampar harus dibersihkan agar tidak menyebabkan kontaminasi sebelum lapisan berikutnya dihamparkan. Pengangkutan material menggunakan *dump truck*, dihamparkan menggunakan *bulldozer* dan *wheel loader* dan dipadatkan menggunakan *vibrator roller*.

3. Timbunan Random (Zona 3)

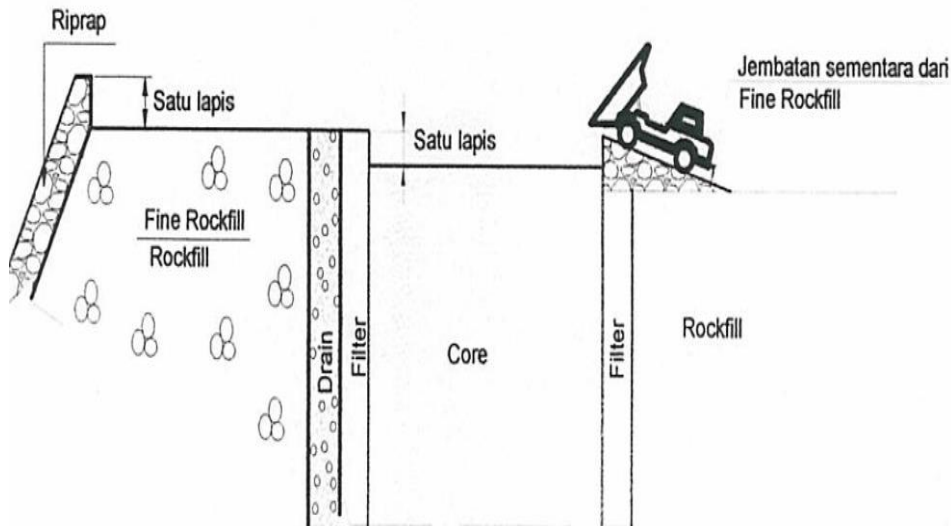
Pekerjaan timbunan random dilaksanakan bersamaan dengan timbunan inti dan timbunan filter. Tetapi jika kondisi di lapangan tidak memungkinkan, pekerjaan timbunan random bisa dilaksanakan tanpa menunggu timbunan inti dan filter dilaksanakan. Hal ini dikarenakan pekerjaan timbunan random lebih banyak membutuhkan material dalam penimbunannya, sehingga material yang digunakan merupakan galian terseleksi hasil galian *spillway*, bendungan, maupun *conduit*. Apabila masih dirasa kurang, bisa diambil dari borrow area yang berada di sekitar pekerjaan Bendungan Gondang. Dalam pelaksanaannya timbunan random sama dengan timbunan filter. Kebutuhan peralatan pemadatan, prosedur dan derajat kepadatan yang diinginkan, telah ditetapkan dalam spesifikasi. Maksudnya agar metode pemadatan di lapangan disesuaikan dengan peralatan yang akan menghasilkan kepadatan yang diinginkan. Pada umumnya kepadatan relatif, dari zona urugan pervius adalah minimal 85 % sedangkan kepadatan relatif untuk zona filter tidak kurang dari 75 %.

4. Timbunan Rip-rap (Zona 4)

Pekerjaan timbunan batu (rip-rap) dilaksanakan ketika timbunan random sudah mencapai elevasi yang cukup untuk melaksanakannya. Timbunan rip-rap dilaksanakan dengan menggunakan excavator ditambah dengan tenaga manual. Ukuran material untuk timbunan rip-rap adalah batu pilihan seperti yang sudah ditentukan dalam spesifikasi. Dalam pekerjaan rip-rap tidak diperlukan pemadatan. Untuk persyaratannya adalah cukup keras, gradasi baik, dan lulus air. Batuan yang digunakan adalah batuan besar yang sudah dihancurkan menggunakan bahan peledak atau batuan yang sudah dihancurkan dengan pahat hidrolik.

Untuk urutan penimbunan yang perlu diperhatikan diantaranya: kondisi timbunan diupayakan supaya cukup seragam keseluruh lebar dan panjang dari bagian konstruksi yang dilaksanakan. Sementara bagian atas timbunan harus dibentuk pada puncaknya miring ke

kedua arah tepi, supaya air dapat terdrainasi selama musim hujan. Kemiringan arah melintang permukaan timbunan biasanya berkisar antara 1% sampai 5%.



Gambar 4.6. Urutan Ketinggian Penimbunan Bendungan Urugan
Sumber: Pedoman Pelaksanaan Bendungan Urugan, 2004

Pelaksanaan penimbunan material parit hilang (*cut off*), harus dimulai dengan menghampar lapisan pertama dari material zona filter hilir dan kemudian diikuti penimbunan dan penghamparan lapisan pertama dari material kedap. Didahulukan penimbunan dan penebaran lapisan filter diawal dimaksudkan untuk menjaga lebar penimbunan dari zona filter yang telah ditentukan.

4.1.1.5. Pekerjaan Perkerasan Puncak Bendungan

Setelah pelaksanaan pekerjaan timbunan sudah selesai dan dirasa konsolidasi timbunan sudah dianggap maksimal, maka dilanjutkan dengan pekerjaan pengaspalan diatas tubuh bendungan. Hal-hal yang meliputi pelaksanaan pengaspalan diatas tubuh bendungan sebagai berikut:

1. *Sub-base course dan base course*

Pondasi dari jalan aspal terdiri dari *sub-base course* dengan ketebalan kurang lebih 35 cm dan *base course* setebal 15 cm dengan bahan utama campuran batu pecah. Tahapan pekerjaannya antara lain:

- Material *sub-base course* dan *base course* dihampar dan dipadatkan setiap lapis, tidak lebih dari 15 cm.
- Material tersebut diangkut oleh *dump truck* dari *quarry* dan dihamparkan di lokasi menggunakan *motor grader*.

- Alat berat yang digunakan dalam tahap ini yaitu *dump truck*, *wheel loader*, *motor grader*, *water tanker*, *vibrator roller*, dan beberapa alat bantu.
- Pemadatan dilakukan menggunakan alat berat seperti *vibrator roller* dan *water tanker truck*.

2. Lapis Resap Pengikat (*Prime Coat*)

Lapis resap pengikat atau yang disebut juga dengan *prime coat* merupakan lapisan ikat aspal cair yang diletakkan di atas lapis pondasi. Fungsi utama dari lapis resap pengikat antara lain :

- Memberikan daya ikat antara lapisan pondasi agregat dengan lapisan pada campuran aspal.
- Mencegah lepasnya butiran lapis pondasi terikat agregat (segregasi) jika dilewati kendaraan sebelum dilapis dengan campuran aspal.
- Menjaga lapisan pondasi agregat dari faktor misalnya cuaca, khususnya hujan. Sehingga air tidak masuk ke dalam lapisan pondasi agregat yang dapat mengakibatkan timbulnya kerusakan struktur jalan.

Sedangkan untuk tahapan pelaksanaannya sebagai berikut;

- a. Pemasangan lapis resap pengikat atau lapis perekat dilaksanakan setelah permukaan lama dibersihkan dengan *air compressor*, sehingga tekstur perkerasan lama menjadi bersih dan terlihat jelas.
- b. sebelum dilakukan penyemprotan, batas permukaan yang akan disemprot harus diukur dan ditandai
- c. Pelaksanaan penyemprotan lapis resap pengikat menggunakan alat *asphalt sprayer* selain itu alat berat yang juga digunakan adalah *dump truck* dan *compressor*.

3. Lapisan Penetrasi (ATB)

Tujuan pekerjaan ini sebagai pekerjaan lapis perata dari agregat yang sudah diaspal difungsikan untuk memperkuat serta melakukan perbaikan akibat ketidakrataan permukaan.

4.1.2. Metode Pelaksanaan Pekerjaan Bangunan Pelimpah (*Spillway*)

Bangunan pelimpah (*Spillway*) adalah sebuah struktur konstruksi pada bendungan yang fungsinya untuk mengalirkan air banjir yang masuk pada bendungan khususnya pada waduk agar tidak mengurangi usia guna bendungan. Bangunan pelimpah (*Spillway*) terdiri dari bagian *inlet*, bagian saluran pengarah, dan peredam energi dengan berbagai tipe sebagai berikut:

Tabel 4.1.
Tipe Bangunan Pelimpah

Bagian Inlet	Bagian Pengarah	Peredam Energi
Tipe <i>Overflow</i> : Ambang lurus Ambang lengkung <i>Side Spillway</i> <i>Morning Glory</i> Tipe <i>Orifice</i>	Tipe Saluran Pengarah: Saluran peluncur Terowong <i>Overflow</i>	Tipe <i>Hydrolic Jump</i> : Apron horisontal Apron miring <i>Bucket</i> Tipe <i>Sky Jump</i> Tipe Ambang Jatuh Bebas

Sumber : Pedoman Pelaksanaan Konstruksi Urugan, 2004.

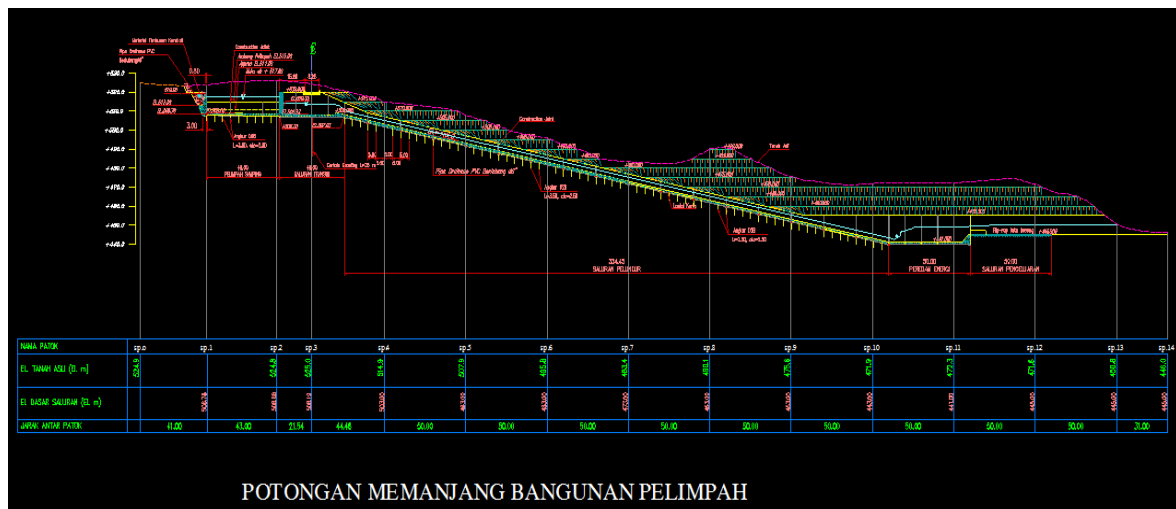
Tipe pelimpah yang digunakan pada Bendungan Gondang untuk bagian inlet tipe *overflow side spillway* (pelimpah samping), untuk bagian pengarah tipe saluran peluncur, dan untuk peredam energi *type hydrolic jump* apron horisontal.



Gambar 4.7. Lokasi Konstruksi *Spillway* Bendungan Gondang
Sumber: Foto Survei Lokasi Bendungan Gondang.

4.1.2.1. Pekerjaan Galian

Pekerjaan galian pada bangunan pelimpah (*spillway*) Bendungan Gondang adalah penggalian terbuka, dimana lingkup pekerjaan galian adalah *clearing grubbing* dan *stripping*, galian tanah dan galian batuan. Penggalian untuk bangunan pelimpah dilakukan dengan prosedur yang harus dilaksanakan pelaksana dan diawasi oleh pengawas atau direksi. Penggalian tanah digali sedalam batas galian yang sudah direncanakan pada gambar spesifikasi teknis dan dilakukan survey pengukuran. Galian tanah yang masih dapat digunakan akan ditempatkan pada *stock-pile* sedangkan galian tanah yang sudah tidak digunakan ditempatkan pada *spoil bank*.



Gambar 4.8. Potongan Memanjang *Spillway* Bendungan Gondang
Sumber: Data Perhitungan PT. Gracia Widyakarsa Konsultan Teknik dan Supervisi.

4.1.2.2. Pekerjaan Grouting

Pekerjaan *grouting* pada bangunan pelimpah (*spillway*) dilaksanakan di bagian *crest spillway* dengan lebar 45 m, metode pelaksanaan pekerjaan *grouting* pada *spillway* dikerjakan bersamaan dengan pekerjaan *grouting* pada *main dam*. Pengeboran untuk *grouting* pada *spillway* meliputi:

- Pengeboran rotary untuk *curtain grouting* dengan kedalaman 25 m
- Pengeboran rotary untuk *consolidation grouting* dengan kedalaman 5 m
- Pengeboran rotary untuk *sub curtain grouting* dengan kedalaman 15 m

Lingkup pekerjaan dalam pelaksanaan pekerjaan *grouting* adalah pengeboran tanah, pencucian lubang *grouting*, pengujian air (*water pressure test*), proses injeksi semen, penutupan kembali lubang *grouting* dan pembersihan kembali lokasi kerja.

4.1.2.3. Pekerjaan Pembetonan

Persiapan yang perlu dilakukan pada pekerjaan beton adalah sebagai berikut:

- a. Pengadaan material, transportasi, dan penyimpanan material. Peralatan dan fasilitas untuk penyediaan material disesuaikan dengan jadwal pelaksanaan, volume pekerjaan, dan efisiensi peralatan.
- b. Pengadaan peralatan untuk memproduksi agregat beton dan semen disiapkan dengan seksama. Alat yang digunakan dalam pembetonan di Bendungan Gondang adalah *concrete batching plant, concrete pump, water tanker, water pump, dump truck*, dan alat bantu lainnya.

Pekerjaan pembetonan harus dilaksanakan dengan metode pelaksanaan yang baik agar dapat menghasilkan beton berkualitas dan dimensi bangunan yang sesuai rencana. Tahapan-tahapannya sebagai berikut:

1. Pelaksanaan rantai kerja

Setelah dilakukan pembersihan pondasi, maka langkah selanjutnya adalah dengan menyiapkan rantai kerja yang disini menggunakan mutu beton K-175. Pekerjaan rantai kerja dilaksanakan secara manual dan alat pemadatnya menggunakan *concrete vibrator*, dimana selama proses pelaksanaannya tidak ada kendaraan yang melewatinya dikarenakan dapat merusak permukaannya. Alat yang digunakan dalam pekerjaan ini antara lain adalah *batching plant, truck mixer, concrete vibrator*.

2. Pekerjaan Pembesian

Setelah pekerjaan rantai kerja selesai maka dilanjutkan dengan pekerjaan pembesian. Pekerjaan pembesian ini terdiri dari pemasangan besi tulangan ulir, pemasangan dowel bar dimana keduanya harus sesuai dengan gambar teknis yang sudah disiapkan. Agar tidak terjadi pergeseran, pemasangan pembesian diikat dengan kawat bendrat sedemikian rupa.

3. Pemasangan bekisting

Setelah pemasangan besi tulangan selesai dipasang dan telah dilakukan peninjauan oleh konsultan pengawas, maka pemasangan bekisting dapat dilakukan. Pada bagian ini bagian terluar besi dipasang beton decking dengan ketebalan sesuai dengan selimut beton yang telah ditentukan, hal ini bertujuan untuk menjaga selimut beton. Bekisting dipasang menggunakan plat baja secara manual dengan bantuan *crane* yang dikerjakan oleh tukang yang sudah terampil dalam bidangnya.

4. Pengecoran

Setelah pemasangan bekisting selesai, maka dilakukan pemeriksaan yang meliputi dimensi, selimut beton, dan vertikalitasnya, selanjutnya pekerjaan pengecoran dilaksanakan dalam beberapa tahapan. Setelah tahap pertama selesai maka dilanjutkan

dengan pemasangan bekisting, dan setelah bekisting selesai dilanjutkan ke tahap pengecoran begitu seterusnya sampai proses pengecoran sesuai dengan gambar desain. Alat yang digunakan dalam kegiatan ini adalah *batching plant*, *truck mixer*, *concrete pump*, *concrete vibrator*, dan alat bantu lainnya.

5. Pengkasaran permukaan sambungan

Dalam pekerjaan pengecoran tidak bisa dikerjakan secara serentak dikarenakan keterbatasan bahan, alat berat, tenaga kerja sehingga harus dilakukan dalam beberapa tahap. Setiap akan dilakukan pengecoran maka harus dipastikan pada permukaan sambungan harus terhindar dari lapisan-lapisan air. Dikarenakan pembetonan pada *spillway* maka disetiap sambungan beton menggunakan *waterstop* dan *joint sealant* untuk mencegah terjadinya kebocoran.

6. Perawatan beton

Setelah pengecoran selesai harus segera dilanjutkan dengan pematangan / perawatan beton (*curing*) menerus selama 14 hari.

7. Pengawasan di tempat pencampuran beton (*batching plant*)

Adapun pengawasan di tempat pencampuran beton sebagai berikut:

- Pemeriksaan setiap perbandingan campuran beton (*mix proportion*) apakah sesuai sudah dengan kelas beton (K225, K175 dll) dan uji campuran beton yang sudah disetujui serta material semen, kerikil, pasir, aditif dan air sudah diuji dan disetujui oleh direksi.
- Pemeriksaan kondisi skala timbangan material semen, agregat, air, dan aditif serta kalibrasinya apakah memenuhi syarat.
- Pencatatan waktu pencampuran, volume beton dan kondisi cuaca.
- Pengawasan *batching plant* harus selalu berkomunikasi dengan pengawas pengecoran beton untuk memastikan kondisi *slump*, suhu, berat campuran beton dan pengambilan uji kubus atau silinder. Selang waktu pengiriman harus disesuaikan dengan kondisi pengecoran agar tidak terjadi waktu tunggu yang lama.
- Pembuatan laporan harian

8. Pengawasan pekerjaan di lokasi pembetonan

Berikut adalah pengawasan pekerjaan pada lokasi pelaksanaan pekerjaan pembetonan antara lain:

- Pemeriksaan perbaikan pondasi, drainasi dan pembersihan permukaan sudah sempurna atau masih perlu untuk diperbaiki lagi.

- Pemasangan cetakan untuk lantai kerja (*lean concrete*) sesuai dengan batas blok pembetonan yang akan dilaksanakan.
- Pemasangan lantai kerja dengan memeriksa jenis betonnya (misalnya K100), tebal lantai kerja, cara pemadatan dengan alat *vibrator*, sebelumnya permukaan pondasi harus diratakan dengan mortar.
- Pemasangan penulangan dengan memeriksa diameter, jarak antara tulangan, jarak dengan tepi dalam cetakan beton, ikatan kawat beton/bendrat bebas karat serta kebersihannya.
- Pemasangan *waterstop*, *joint filter* dan *dowel bar* pada setiap sambungan konstruksi pastingan sudah terpasang sesuai gambar konstruksi.
- Cetakan beton (*form work*) harus terpasang kuat, permukaannya bersih, dengan dimensi dan bentuk sesuai dengan gambar konstruksi.
- Material campuran beton terdiri dari semen, pasir, kerikil, air dan bahan tambahan harus sudah diuji dan disetujui oleh pengawas dan direksi.
- Uji campuran beton (*trial concrete mix proportion*) harus dilaksanakan untuk setiap kelas campuran beton (K225 atau K175) dan kuat tekan beton umur 14 hari dan 28 hari diuji di laboratorium.
- Peralatan yang akan dipakai harus disiapkan dengan cermat dan siap pakai, peralatan yang digunakan *concrete batching plant*, *concrete pump*, *water tanker*, *water pump*, alat bantu lainnya, dan tenda yang dapat melindungi dari ancaman air hujan.
- Pemeriksaan permukaan beton terdahulu lapis horisontal dan vertikal harus bersih dan basah.
- Pengambilan benda uji beton berbentuk dan pengujian *slump* harus dilaksanakan pada saat akan pengecoran.
- Tinggi jatuh campuran beton ke tempat pengecoran tidak terlalu tinggi, agar tidak terjadi segregasi campuran beton.
- Pemadatan tiap lapis dimulai dari satu sisi dilanjutkan dengan menerus dan dipadatkan dengan *vibrator* secara merata.

4.1.2.4. Pekerjaan Pasangan

Pekerjaan pasangan yang dilaksanakan pada spillway Bendungan Gondang meliputi pasangan batu, plesteran, dan siaran.

1. Pasangan batu

Pada pelaksanaannya, pelaksanaan pekerjaan pasangan batu dikerjakan pada bagian rip-rap. Pekerjaan ini tergolong pekerjaan yang mudah sehingga tidak memerlukan tukang ahli untuk mengerjakannya. Selain mudah untuk dikerjakan, konstruksi dari pasangan batu juga dianggap relatif lebih murah dibandingkan dengan material konstruksi lainnya. Bahan utama yang digunakan pada konstruksi dari pasangan batu adalah batu dan bahan adukan semen atau *mortar*. Batu yang digunakan batuan keras dari hasil penggalian *spillway* Bendungan Gondang. Alat yang digunakan dalam pekerjaan ini *concrete mixer* dan alat bantu lainnya.

2. Pekerjaan Siaran

Pekerjaan siaran dilakukan bersamaan dengan pasangan batu untuk merekatkan unsur pasangan batu yang akan ditata sesuai gambar desain. Pekerjaan siaran menggunakan bahan pasir pasang yang dicampurkan dengan semen (PC) dengan komposisi perbandingan 1 : 2 yang dimaksudkan adalah material yang digunakan adalah campuran 1 semen (PC) : 2 pasir pasang.

3. Pekerjaan plesteran

Pekerjaan Plesteran merupakan bagian dari pekerjaan yang berfungsi sebagai bahan pelapis atau untuk melindungi dari rembesan air maupun dari kondisi cuaca, menambah kekuatan, serta memperhalus permukaan *spillway*. Pekerjaan plesteran menggunakan bahan pasir pasang yang dicampurkan dengan semen (PC) dengan komposisi perbandingan 1 : 3 yang dimaksudkan adalah material yang digunakan adalah campuran 1 semen (PC) : 3 pasir pasang.

4.2. Pelaksanaan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

Pada proyek konstruksi Bendungan Gondang merupakan suatu kegiatan yang harus dipenuhi oleh seluruh komponen yang berhubungan langsung dalam pelaksanaan konstruksi Bendungan Gondang. Kegiatan pelaksanaan K3 dimulai dari perekrutan pekerja yang harus bersedia mengikuti semua peraturan K3 yang sudah ditetapkan pada pelaksanaan konstruksi Bendungan Gondang. Hal ini dapat terlihat dalam pernyataan tertulis pekerja yang bersedia diberhentikan kerja jika terbukti tidak mematuhi peraturan tertulis yang sudah dibuat. Selain pada proses perekrutan, setiap akan memulai pekerjaan akan dilakukan *briefing* terkait kondisi dan bahaya yang akan dihadapi di tempat kerja, penggunaan perlengkapan keselamatan dan cara maupun sikap aman dalam melakukan suatu pekerjaan.

Berikut adalah peraturan-peraturan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) yang berlaku dalam pelaksanaan konstruksi Bendungan Gondang.

1. Sediakan waktu untuk berdoa dan memperhatikan keamanan anda sebelum memulai suatu kegiatan;
2. Selalu berjalan dan menggunakan jalur yang benar saat berjalan di area proyek dan dahulukan kendaraan/alat berat;
3. Pastikan anda melakukan pemanasan/peregangan sebelum dan sesudah melakukan kegiatan manual (kegiatan yang banyak menggunakan aktivitas tenaga badan);
4. Jaga selalu standar yang tinggi tentang kebersihan dan kerapihan;
5. Terapkan selalu cara/prosedur mengangkut barang yang benar dalam bekerja;
6. Jangan pernah mengambil jalan pintas, karena dapat mengancam keselamatan anda;
7. Pastikan anda mengikuti prosedur keselamatan pengoprasian peralatan kerja yang benar, bila ragu pelajari kembali cara pengoprasian yang benar;
8. Selalu mengenakan atau memakai Alat Pelindung Diri (APD) dengan benar;
9. Selalu berhati-hati dalam mengoprasikan segala peralatan kerja;
10. Laporkan segala yang berbahaya, insiden, dan kecelakaan kerja.

4.3. Rencana Kerja Pelaksanaan Proyek

Pelaksanaan rencana kerja suatu proyek konstruksi dimulai dari penyusunan perencanaan, jadwal, hingga nantinya dapat memperoleh hasil yang sesuai dengan perencanaan yang diperlukan pada suatu pengendalian. Fungsi utamanya untuk dapat menentukan waktu yang paling optimal untuk dapat menyelesaikan pekerjaan pada suatu proyek. Pada studi ini pekerjaan yang ditinjau adalah pekerjaan yang berkaitan langsung pada pelaksanaan pekerjaan *main dam* dan *spillway* pada Bendungan Gondang.

Macam pekerjaan dan jenis alat yang digunakan dalam pekerjaan ditentukan oleh konsultan perencana pada tahap perancangan. Macam pekerjaan diuraikan dengan berpedoman dari spesifikasi gambar rencana, dalam spesifikasi dijelaskan tentang metode pelaksanaan pekerjaan dan mutu material yang digunakan, serta syarat-syarat yang harus dipenuhi.

4.3.1. Perhitungan Volume Pekerjaan

Volume suatu pekerjaan adalah perhitungan jumlah dari kebutuhan volume pekerjaan dalam satu satuan. Volume atau yang sering disebut kubikasi yang dimaksud dalam pengertian ini merupakan jumlah volume bagian pekerjaan yang dinyatakan dalam satu kesatuan.

Dalam menghitung jumlah anggaran biaya pada suatu pelaksanaan konstruksi, volume pekerjaan merupakan bagian penting yang harus dihitung secara teliti. Hal ini dikarenakan volume pekerjaan sangat berpengaruh terhadap jumlah biaya yang nantinya dikeluarkan. Dalam studi ini perhitungan volume dibatasi hingga pelaksanaan konstruksi *main dam* dan *spillway*. Sehingga volume yang nanti dihitung merupakan pekerjaan yang berkaitan dengan pekerjaan yang disebutkan.

Perhitungan volume pekerjaan berdasarkan gambar detail desain pembangunan Bendungan Gondang yang telah dibuat oleh PT. Gracia Widyakarsa. Perhitungan jarak kerja dan area kerja dilakukan menggunakan program *Autocad*, setelah itu dilakukan perhitungan volume menggunakan program *Microsoft Excel*. Untuk memudahkan cara perhitungan volume pekerjaan dari setiap jenis pekerjaan, maka dibuat tabel berikut.

Tabel 4.2.

Perhitungan Volume Pekerjaan *Main Dam*

No	Patok	Jarak Patok m	Tinggi Galian m	Lebar Galian m	Galian m ²	Galian m ³	Curtain Grouting m
1	2	3	4	5	6	7	8
							1185
1	B1		5,827	5,69	33,15563	828,89075	
		25					420
2	B2		4,51	9,14	41,2214	1030,535	
		25					750
3	B3		20,289	9,14	185,44146	4636,0365	
		25					750
4	B4		5,33	14,82	78,9906	1974,765	
		25					950
5	B5		6,42	18,75	120,375	3009,375	
		25					1250
6	B6		11,433	19,136	218,78189	5469,5472	
		25					1750
7	B7		13,64	24,76	337,7264	8443,16	
		25					1750
8	B8		10	24,76	247,6	6190	
		25					1750
9	B9		16,8	23,26	390,768	9769,2	
		25					1750
10	B10		13,484	21,76	293,41184	7335,296	
		25					1250
11	B11		9,1	21,76	198,016	4950,4	
		25					1250
12	B12		22,89	15,71	359,6019	8990,0475	
		25					1000
13	B13		19,6	13,36	261,856	6546,4	
		25					1000
14	B14		15,43	12,6	194,418	4860,45	

Lanjutan Tabel 4.2.

Perhitungan Volume Pekerjaan *Main Dam*

No	Patok	Jarak Patok	Tinggi Galian	Lebar Galian	Galian	Galian	Curtain Grouting
		m	m	m	m ²	m ³	m
1	2	3	4	5	6	7	8
		25					945
15	B15		10,12	11,67	118,1004	2952,51	
		25					600
16	B16		9,588	11,1	106,4268	2660,67	
		25					625
17	B17		10,49	10,36	108,6764	2716,91	
		25					430
18	B18		7,41	9,9	73,359	1833,975	
		25					375
19	B19		7,9	9,46	74,734	1868,35	
		25					375
20	B20		8,48	8,4	71,232	1780,8	
		25					375
21	B21		11,09	7,36	81,6224	2040,56	
		25					375
22	B22		11,04	6,9	76,176	1904,4	
		25					375
23	B23		10,38	6,5	67,47	1686,75	
		25					435
Total Volume						93479,03	21715

Sumber: Hasil Perhitungan (2018).

Tabel 4.3.
Perhitungan Volume Pekerjaan *Spillway*

No	Patok	Jarak Patok	Tinggi Galian	Lebar Galian	Galian	Timbunan Tanah Kembali	Timbunan Tanah Kembali	Beton K-225	Beton K-225	Beton K-175	Beton K-175	Besi Tulangan Ulir	Besi Tulangan Ulir	Bekisting Ekspose	Handrail	Colector Drain	Joint Sealant	Dowel Bar	Water Stop
		m	m	m	m³	m²	m³	m²	m³	m²	m³	buah	kg	m²	m	m	m	bh	m
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	sp.0		16,12																
		41,00																	
2	sp.1		16,12	31,09	20548,00	8,45	363,25	80,57	3464,60	0,74	31,84	258	227870,76	1592,72		14,08			46
		43,00															64,73	16	
3	sp.2		15,94	40,88	28019,97	8,74	188,28	100,28	2159,95	0,99	21,29	258	114147,35	1016,47		22,06			57
		21,54													21,54		22,72	8	
4	sp.3		16,81	30,04	10877,11	17,11	760,91	93,24	4145,32	0,70	31,12	328	299532,36	1928,67		19,5			44
		44,46													44,46		39,22	16	
5	sp.4		11,90	53,79	28458,89	4,24	211,95	37,58	1878,95	0,59	29,38	180	71100,00	1500,00		17			29
		50,00													50,00		57	24	
6	sp.5		14,90	76,09	56687,05	4,24	211,95	37,58	1878,95	0,59	29,38	180	71100,00	1500,00		17			29
		50,00													50,00		38	16	
7	sp.6		12,80	110,97	71020,80	4,24	211,95	37,58	1878,95	0,59	29,38	180	71100,00	1500,00		17			29
		50,00													50,00		57	24	
8	sp.7		10,40	125,37	65192,40	4,24	211,95	37,58	1878,95	0,59	29,38	180	71100,00	1500,00		17			29
		50,00													50,00		38	16	
9	sp.8		27,10	138,16	187206,80	4,24	211,95	37,58	1878,95	0,59	29,38	180	71100,00	1500,00		17			29
		50,00													50,00		57	24	
10	sp.9		22,60	158,16	178720,80	4,24	211,95	37,58	1878,95	0,59	29,38	182	86268,00	1500,00					29
		50,00													50,00		38	16	
11	sp.10		28,90	158,16	228541,20	28,24	1412,10	126,31	6315,35	0,94	46,88	418	462308,00	2050,00					56
		50,00													50,00		87	28	
12	sp.11		31,30	186,20	291403,00	28,24	1412,10	13,30	664,95	0,89	44,38	436	551104,00	2050,00					60
		50,00													50,00		87	24	
13	sp.12		26,60	183,57	244148,10														
		50,00													50,00				
14	sp.13		5,80	156,80	45472,00														
		31,00													31,00				
15	sp.14		1,00	30,22	936,82														
Total Volume					1457232,94		5408,34		28023,86		351,76	2780	2096730,47	17637,87	547,00	499,64	1620,67	212	437

Sumber: Hasil Perhitungan (2018).

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

Tabel 4.4.

Rekapitulasi Perhitungan Volume Pekerjaan *Main Dam* dan *Spillway*

NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME
1.	PEKERJAAN BENDUNGAN UTAMA		
A	Tubuh Bendungan		
1	Dewatering Pelaksanaan Bendungan	LS	0,10
2	Land Clearing dan Grubbing	m ²	60389
3	Pengupasan (stripping)	m ²	60389
4	Galian tanah	m ³	14022
5	Galian batu	m ³	79457
6	Timbunan Material Kedap Air (Inti)	m ³	428882
7	Timbunan Material Random	m ³	2079728
8	Timbunan Material Filter	m ³	252631
9	Rip-rap	m ³	96050
10	Lean concrete	m ³	185
11	Bangunan V-Nocth	unit	1
12	Pasangan Batu Saluran Drainase kaki bendungan	m ³	1332
B	Treatment Pondasi Bendungan		
1	Pengeboran rotary untuk consolidation grouting	m'	3345
2	Pengeboran rotary untuk sub-curtain grouting	m'	10035
3	Pemboran rotary untuk curtain grouting	m'	21715
4	Water presure tes untuk curtain grouting	test	2020
5	Water presure tes untuk sub-curtain grouting dan consolidation grouting	test	2020
6	Pencampuran bahan untuk grouting		
	Material untuk grouting	ton	51
	Slush grouting	ton	118
	Rim grouting	ton	2
C	Perkerasan pada Puncak Bendungan		
1	Pengaspalan ATB diatas tubuh bendungan		
a	Lapisan Penetrasi / ATB	m ³	450
b	Prime coat	m ²	4800
c	Base Course /LPA	m ³	1620
d	Sub-Base Course/LPB	m ³	1800
2	Hand rail (rantai besi)	m	1200
3	Patok Pengaman (Patok pengaman)	bh	46
4	Trotoar (beton K-175)	m ³	486
2.	PEKERJAAN PELIMPAH/SPILLWAY		
A	Pekerjaan Tanah		
1	Land Clearing dan Grubbing	m ²	21052
2	Pengupasan (stripping)	m ²	21052
3	Galian tanah	m ³	218585
4	Galian batu	m ³	1238648

Lanjutan Tabel 4.4.

Rekapitulasi Perhitungan Volume Pekerjaan *Main Dam* dan *Spillway*

NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME
	5 Timbunan Tanah kembali	m ³	5408
B	Pekerjaan Grouting		
	1 Pengeboran rotary untuk consolidation grouting	m'	225
	2 Pengeboran rotary untuk sub-curtain grouting	m'	675
	3 Pemboran rotary untuk curtain grouting	m'	1125
	4 Water presure tes untuk curtain grouting.	test	46
	5 Water presure tes untuk sub-curtain grouting dan consolidation grouting	test	40
	6 Pencampuran bahan untuk grouting		
	Material untuk grouting	ton	3
	Slush grouting	ton	9
	Contact grouting	ton	11
C	Pekerjaan Beton		
	1 Beton K-175	m ³	352
	2 Beton K-225	m ³	28024
	3 Besi Tulangan Beton ulir	kg	2096730
	4 Bekisting tipe ekspose	m ²	17638
	5 Waterstop	m	437
	6 Handraill tepi dinding spillway.	m	547
	7 Weep hole Type 1	bh	300
	8 Collector Drain type 2	m	500
	9 Dowel Bar	bh	212
	10 Joint sealant	m	1621
D	Pekerjaan Pasangan		
	1 Pasangan Batu 1 : 4	m ³	750
	2 Plesteran 1 : 3	m ³	217
	3 Siaran 1:2	m ²	177
E	Jembatan Penghubung		
	1 Beton K 225	m ³	1473
	2 Besi Tulangan Beton ulir	kg	162043
	3 Handraill jembatan.	m	118
	4 Elastomeric Bearing pad	buah	6
	5 Pipa drainase PVC ø 10 cm	m	72
	6 Bekisting tipe ekspose	m ²	32
	7 Perancah untuk pekerjaan struktur bangunan atas.	m ³	2

Sumber: Hasil Perhitungan (2018).

4.3.2. Perhitungan Produktivitas Alat Berat

Perhitungan ini digunakan untuk memperoleh besarnya produktivitas alat yang digunakan pada suatu proyek konstruksi. Dari besarnya produktivitas alat berat yang didapatkan akan diketahui jumlah waktu dalam menyelesaikan suatu pekerjaan yang menggunakan alat berat.

Dalam studi ini tidak menghitung seluruh perhitungan alat berat, melainkan hanya untuk alat-alat berat yang memegang peranan penting dalam proses pelaksanaan proyek. Sedangkan untuk alat yang tidak diketahui besar produktivitasnya, akan ditentukan dengan koefisien alat pada analisis harga satuan pekerjaan. Jenis alat-alat yang memegang peranan penting dalam proses pelaksanaan proyek sebagai berikut:

1. *Bulldozer*

Pekerjaan Pembersihan

Jenis alat = 100-150 Hp with ripper (Cat 3408C)

Spesifikasi alat

- Kapasitas pisau (*blade*) (Fb) = 0,80
- Faktor efisiensi kerja (Fa) = 0,83
- Kecepatan maju (Vf) = 4,70 km/jam (spesifikasi alat)
- Kecepatan mundur (Vr) = 5,50 km/jam (spesifikasi alat)
- Kapasitas pisau (q) = 5,40 m³
- Faktor kemiringan (*grade*) (Fm) = 1,00

Waktu siklus (Ts)

- Waktu gusur (T1) = 0,60 menit
 - Waktu kembali (T2) = 0,54 menit
 - Waktu lain-lain (T3) = 0,17 menit
-
- (Ts) = 1,35 menit

$$\begin{aligned}
 \text{Produktivitas alat (Q)} &= \frac{q \times Fb \times Fm \times Fa \times 60}{Ts} \\
 &= \frac{5,40 \times 0,80 \times 1,00 \times 0,83 \times 60}{1,35} \\
 &= 191,23 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 &= 637,44 \text{ m}^2/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Pekerjaan Pengupasan

Jenis alat = 100-150 Hp with ripper (Cat 3408C)

Spesifikasi alat

- Kapasitas pisau (*blade*) (Fb) = 0,80
- Faktor efisiensi kerja (Fa) = 0,83
- Kecepatan maju (Vf) = 4,70 km/jam (spesifikasi alat)
- Kecepatan mundur (Vr) = 5,50 km/jam (spesifikasi alat)
- Kapasitas pisau (q) = 5,40 m³

- Faktor kemiringan (*grade*) (Fm) = 1,20

Waktu siklus (Ts)

- Waktu gusur (T1) = 1,08 menit

- Waktu kembali (T2) = 0,43 menit

- Waktu lain-lain (T3) = 0,93 menit

$$(T_s) = 2,44 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas alat (Q)} &= \frac{q \times F_b \times F_m \times F_a \times 60}{T_s} \\ &= \frac{5,40 \times 0,80 \times 1,20 \times 0,83 \times 60}{2,44} \\ &= 105,80 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 352,68 \text{ m}^2/\text{jam} \end{aligned}$$

Pekerjaan Timbunan Random

Jenis alat = 100-150 Hp with ripper (Cat 3408C)

Spesifikasi alat

- Kapasitas pisau (*blade*) (Fb) = 0,80
- Faktor efisiensi kerja (Fa) = 0,83
- Kecepatan mengupas (Vf) = 4,95 km/jam (spesifikasi alat)
- Kecepatan mundur (Vr) = 7,23 km/jam (spesifikasi alat)
- Kapasitas pisau (q) = 5,40 m³
- Faktor kemiringan (*grade*) (Fm) = 1,00

Waktu siklus (Ts)

- Waktu gusur (T1) = 0,61 menit

- Waktu kembali (T2) = 0,42 menit

- Waktu lain-lain (T3) = 0,05 menit

$$(T_s) = 1,08 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas alat (Q)} &= \frac{q \times F_b \times F_m \times F_a \times 60}{T_s} \\ &= \frac{5,40 \times 0,80 \times 1,00 \times 0,83 \times 60}{1,08} \\ &= 199,20 \text{ m}^3/\text{jam} \\ &= 664,00 \text{ m}^2/\text{jam} \end{aligned}$$

Pekerjaan Timbunan Inti dan Timbunan Filter

Jenis alat = 100-150 Hp with ripper (Cat 3408C)

Spesifikasi alat

- Kapasitas pisau (*blade*) (Fb) = 0,80

- Faktor efisiensi kerja (Fa) = 0,83
- Kecepatan mengupas (Vf) = 2,78 km/jam (spesifikasi alat)
- Kecepatan mundur (Vr) = 6,97 km/jam (spesifikasi alat)
- Kapasitas pisau (q) = 5,40 m³
- Faktor kemiringan (*grade*) (Fm) = 1,00

Waktu siklus (Ts)

- Waktu gusur (T1) = 1,08 menit
 - Waktu kembali (T2) = 0,43 menit
 - Waktu lain-lain (T3) = 0,05 menit
-
- (Ts) = 1,56 menit

Produktivitas alat (Q) =
$$\frac{q \times Fb \times Fm \times Fa \times 60}{Ts}$$

$$= \frac{5,40 \times 0,80 \times 1,00 \times 0,83 \times 60}{1,08}$$

$$= 137,91 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 459,69 \text{ m}^2/\text{jam}$$

2. Excavator

Pekerjaan Galian Tanah

Jenis alat = 80-140 Hp

Spesifikasi alat

- Kapasitas *bucket* (V) = 0,93 m³
- Faktor *bucket* (Fb) = 0,90
- Faktor efisiensi alat (Fa) = 0,83
- Faktor konversi < 40 % (Fv) = 1,00

Waktu siklus (Ts)

- Menggali/memuat (T1) = 0,55 menit
- Waktu siklus (Ts) = T1 x Fv
- $$= 0,55 \times 1,00$$
- $$= 0,55 \text{ menit}$$

Produktivitas alat (Q) =
$$\frac{V \times Fb \times Fa \times 60}{Ts \times Fv}$$

$$= \frac{0,93 \times 0,90 \times 0,83 \times 60}{0,55 \times 1,00}$$

$$= 75,79 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$= 252,62 \text{ m}^2/\text{jam}$$

Pekerjaan Galian Batu

Jenis alat = 80-140 Hp *with hydrolic rock breaker*

Spesifikasi alat

- Kapasitas *bucket* (V) = 0,93 m³
- Faktor *bucket* (Fb) = 0,90
- Faktor efisiensi alat (Fa) = 0,83
- Faktor konversi < 40 % (Fv) = 1,10

Waktu siklus (Ts)

- Menggali/memuat (T1) = 1,35 menit
- Waktu pecah batu (T2) = 0,55 menit

Waktu siklus (Ts) = (T1+T2) x Fv
= 2,09 ment

Produktivitas alat (Q) = $\frac{V \times Fb \times Fa \times 60}{Ts \times Fv}$
= $\frac{0,93 \times 0,90 \times 0,83 \times 60}{2,09 \times 1,10}$
= 18,13 m³/jam
= 60,44 m²/jam

Pekerjaan Galian Tanah dan Dipadatkan

Jenis alat = 80-140 Hp

Spesifikasi alat

- Kapasitas *bucket* (V) = 0,93 m³
- Faktor *bucket* (Fb) = 0,90
- Faktor efisiensi alat (Fa) = 0,83
- Faktor konversi < 40 % (Fv) = 1,00

Waktu siklus (Ts)

- Menggali/memuat (T1) = 1,15 menit
- Waktu siklus (Ts) = T1 x Fv
= 1,15 x 1,00
= 1,15 ment

Produktivitas alat (Q) = $\frac{V \times Fb \times Fa \times 60}{Ts \times Fv}$
= $\frac{0,93 \times 0,90 \times 0,83 \times 60}{1,15 \times 1,00}$
= 36,25 m³/jam
= 120,82 m²/jam

Pekerjaan Timbunan Inti dan Timbunan Random

Jenis alat = 80-140 Hp

Spesifikasi alat

- Kapasitas *bucket* (V) = 0,93 m³
- Faktor *bucket* (Fb) = 0,90
- Faktor efisiensi alat (Fa) = 0,83
- Faktor konversi < 40 % (Fv) = 1,00

Waktu siklus (Ts)

- Menggali/memuat (T1) = 0,60 menit

Waktu siklus (Ts) = T1 x Fv
 = 0,60 x 1,00
 = 0,60 ment

Produktivitas alat (Q) = $\frac{V \times Fb \times Fa \times 60}{Ts \times Fv}$
 = $\frac{0,93 \times 0,90 \times 0,83 \times 60}{0,60 \times 1,00}$
 = 69,47 m³/jam
 = 231,57 m²/jam

Pekerjaan Timbunan Rip-rap

Jenis alat = 80-140 Hp

Spesifikasi alat

- Kapasitas *bucket* (V) = 0,93 m³
- Faktor *bucket* (Fb) = 0,90
- Faktor efisiensi alat (Fa) = 0,83
- Faktor konversi < 40 % (Fv) = 1,00

Waktu siklus (Ts)

- Menggali/memuat (T1) = 1,35 menit

Waktu siklus (Ts) = T1 x Fv
 = 1,35 x 1,00
 = 1,35 ment

Produktivitas alat (Q) = $\frac{V \times Fb \times Fa \times 60}{Ts \times Fv}$
 = $\frac{0,93 \times 0,90 \times 0,83 \times 60}{1,35 \times 1,00}$
 = 30,88 m³/jam
 = 102,92 m²/jam

3. *Dump Truck*

***Dump Truck* bekerja bersama *Excavator* dengan jarak angkut maksimal 1 km
(Pekerjaan Timbunan)**

Jenis alat = Kapasitas 12 ton

Spesifikasi alat

- Berat isi material lepas, gembur (D) = 1,60 ton/m³
- Jarak buang terjauh (L) = 2,00 km
- Kapasitas bak (V) = 12,00 ton
- Faktor efisiensi alat (Fa) = 0,83
- Kecepatan rata-rata bermuatan (V1) = 15,00 km/jam
- Kecepatan rata-rata kosong (V2) = 25,00 km/jam

Waktu siklus (Ts)

- Memuat (T1) $= \frac{V \times 60}{D \times Q_{ecv}}$
 $= \frac{12 \times 60}{1,60 \times 69,47}$
 = 6,48 menit
- Waktu tempuh isi (T2) $= \frac{L}{V_1} \times 60$
 $= \frac{2}{15} \times 60$
 = 8,00 menit
- Waktu tempuh kosong (T3) $= \frac{L}{V_2} \times 60$
 $= \frac{2}{25} \times 60$
 = 4,80 menit
- Waktu lain-lain (T4) = 1,00 menit
- (Ts) = 20,28 menit
- Faktor pengembangan bahan (Fk) = 1,20
- Produktivitas alat (Q) $= \frac{V \times Fa \times 60}{Fk \times Ts}$
 $= \frac{12 \times 0,83 \times 60}{1,2 \times 20,28}$
 = 24,56 m³/jam
 = 81,86 m²/jam

***Dump Truck* bekerja bersama *Excavator* dengan jarak angkut maksimal 2 km
(Pekerjaan Galian Tanah)**

Jenis alat = Kapasitas 12 ton

Spesifikasi alat

- Berat isi material lepas, gembur (D) = 1,60 ton/m³
- Jarak buang terjauh (L) = 2,00 km
- Kapasitas bak (V) = 12,00 ton
- Faktor efisiensi alat (Fa) = 0,83
- Kecepatan rata-rata bermuatan (V1) = 15,00 km/jam
- Kecepatan rata-rata kosong (V2) = 25,00 km/jam

Waktu siklus (Ts)

- Memuat (T1) $= \frac{V \times 60}{D \times Q_{ecv}}$
 $= \frac{12 \times 60}{1,60 \times 75,79}$
 = 5,94 menit
 - Waktu tempuh isi (T2) $= \frac{L}{V_1} \times 60$
 $= \frac{2}{15} \times 60$
 = 8,00 menit
 - Waktu tempuh kosong (T3) $= \frac{L}{V_2} \times 60$
 $= \frac{2}{25} \times 60$
 = 4,80 menit
 - Waktu lain-lain (T4) = 1,00 menit
-
- (Ts) = 19,74 menit
- Faktor pengembangan bahan (Fk) = 1,20
- Produktivitas alat (Q) $= \frac{V \times Fa \times 60}{Fk \times Ts}$
 $= \frac{12 \times 0,83 \times 60}{1,2 \times 19,74}$
 = 25,23 m³/jam
 = 84,10 m²/jam

***Dump Truck* bekerja bersama *Excavator* dengan jarak angkut maksimal 2 km
(Pekerjaan Galian Batu)**

Jenis alat = Kapasitas 12 ton

Spesifikasi alat

- Berat isi material lepas, gembur (D) = 1,60 ton/m³
- Jarak buang terjauh (L) = 2,00 km

- Kapasitas bak (V) = 12,00 ton
- Faktor efisiensi alat (Fa) = 0,83
- Kecepatan rata-rata bermuatan (V1) = 15,00 km/jam
- Kecepatan rata-rata kosong (V2) = 25,00 km/jam

Waktu siklus (Ts)

- Memuat (T1) $= \frac{V \times 60}{D \times Q_{ecv}}$
 $= \frac{12 \times 60}{1,60 \times 18,13}$
 $= 24,82 \text{ menit}$
 - Waktu tempuh isi (T2) $= \frac{L}{V_1} \times 60$
 $= \frac{2}{15} \times 60$
 $= 8,00 \text{ menit}$
 - Waktu tempuh kosong (T3) $= \frac{L}{V_2} \times 60$
 $= \frac{2}{25} \times 60$
 $= 4,80 \text{ menit}$
 - Waktu lain-lain (T4) = 1,00 menit
-
- (Ts) = 38,62 menit
- Faktor pengembangan bahan (Fk) = 1,20
- Produktivitas alat (Q) $= \frac{V \times Fa \times 60}{Fk \times Ts}$
 $= \frac{12 \times 0,83 \times 60}{1,2 \times 38,62}$
 $= 12,89 \text{ m}^3/\text{jam}$
 $= 42,98 \text{ m}^2/\text{jam}$

***Dump Truck* bekerja bersama *Wheel Loader* dengan jarak angkut maksimal 2 km
(Pekerjaan Galian Tanah)**

Jenis alat = Kapasitas 12 ton

Spesifikasi alat

- Berat isi material lepas, gembur (D) = 1,60 ton/m³
- Jarak buang terjauh (L) = 2,00 km
- Kapasitas bak (V) = 12,00 ton
- Faktor efisiensi alat (Fa) = 0,83
- Kecepatan rata-rata bermuatan (V1) = 15,00 km/jam

- Kecepatan rata-rata kosong (V2) = 25,00 km/jam

Waktu siklus (Ts)

- Memuat (T1)
$$= \frac{V \times 60}{D \times Q_{ecv}}$$
$$= \frac{12 \times 60}{1,60 \times 386,38}$$
$$= 1,16 \text{ menit}$$

- Waktu tempuh isi (T2)
$$= \frac{L}{V_1} \times 60$$
$$= \frac{2}{15} \times 60$$
$$= 8,00 \text{ menit}$$

- Waktu tempuh kosong (T3)
$$= \frac{L}{V_2} \times 60$$
$$= \frac{2}{25} \times 60$$
$$= 4,80 \text{ menit}$$

- Waktu lain-lain (T4) = 1,00 menit

(Ts) = 14,96 menit

- Faktor pengembangan bahan (Fk) = 1,20

Produktivitas alat (Q)
$$= \frac{V \times F_a \times 60}{F_k \times T_s}$$
$$= \frac{12 \times 0,83 \times 60}{1,2 \times 14,96}$$
$$= 33,28 \text{ m}^3/\text{jam}$$
$$= 110,93 \text{ m}^2/\text{jam}$$

***Dump Truck* bekerja bersama *Wheel Loader* dengan jarak angkut maksimal 2 km
(Pekerjaan Pengupasan)**

Jenis alat = Kapasitas 12 ton

Spesifikasi alat

- Berat isi material lepas, gembur (D) = 1,60 ton/m³
- Jarak buang terjauh (L) = 2,00 km
- Kapasitas bak (V) = 12,00 ton
- Faktor efisiensi alat (Fa) = 0,83
- Kecepatan rata-rata bermuatan (V1) = 15,00 km/jam
- Kecepatan rata-rata kosong (V2) = 25,00 km/jam

Waktu siklus (Ts)

- Memuat (T1)
$$= \frac{V \times 60}{D \times Q_{ecv}}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{12 \times 60}{1,60 \times 120,48} \\
 &= 3,73 \text{ menit} \\
 \bullet \text{ Waktu tempuh isi} & \quad (T2) = \frac{L}{V_1} \times 60 \\
 &= \frac{2}{15} \times 60 \\
 &= 8,00 \text{ menit} \\
 \bullet \text{ Waktu tempuh kosong} & \quad (T3) = \frac{L}{V_2} \times 60 \\
 &= \frac{2}{25} \times 60 \\
 &= 4,80 \text{ menit} \\
 \bullet \text{ Waktu lain-lain} & \quad (T4) = 1,00 \text{ menit} \\
 & \quad (Ts) = 17,53 \text{ menit} \\
 \bullet \text{ Faktor pengembangan bahan} & \quad (Fk) = 1,20 \\
 \text{Produktivitas alat} & \quad (Q) = \frac{V \times Fa \times 60}{Fk \times Ts} \\
 &= \frac{12 \times 0,83 \times 60}{1,2 \times 17,53} \\
 &= 28,40 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 &= 94,67 \text{ m}^2/\text{jam}
 \end{aligned}$$

4. Motor Grader

Jenis alat $= > 100 \text{ Hp}$

Spesifikasi alat

- Tebal lapis agregat padat $(t) = 0,15 \text{ m}$
- Panjang hamparan $(Lh) = 50,00 \text{ m}$
- Lebar efektif kerja *blade* $(b) = 3 \text{ m}$
- Faktor efisiensi alat $(Fa) = 0,83$
- Kecepatan rata-rata alat $(V) = 4,50 \text{ km/jam}$
- Jumlah lintasan $(n) = 10,00 \text{ lintasan}$

Waktu siklus (Ts)

$$\begin{aligned}
 \bullet \text{ Perataan 1 lintasan} & \quad (T1) = \frac{Lh \times 60}{V \times 1000} \\
 &= \frac{50 \times 60}{4,50 \times 1000} \\
 &= 1,67 \text{ menit} \\
 \bullet \text{ Waktu lain-lain} & \quad (T2) = 1 \text{ menit} \\
 & \quad (Ts) = 1,67 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Produktivitas alat} \quad (Q) &= \frac{Lh \times b \times t \times Fa \times 60}{n \times Ts} \\
 &= \frac{50 \times 3 \times 0,15 \times 0,83 \times 60}{10 \times 1,67} \\
 &= 64,80 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 &= 216,00 \text{ m}^2/\text{jam}
 \end{aligned}$$

5. Water Tanker

Pekerjaan Pemadatan Tanah

Jenis alat = 3000 – 4500 Liter

Spesifikasi alat

- Jarak Layanan (L) = 2 km
- Kebutuhan Air (Qkeb) = 0,03 m³
- Kapasitas Tangki (A) = 3000 liter
- Kecepatan Berpindah (V) = 15 km/jam
- Debit Penyiraman (q1) = 2 liter/detik
- Debit Pengisian (q2) = 5 liter/detik
- Faktor efisiensi alat (Fa) = 0,83

Waktu siklus (Ts)

- Waktu Penyiraman (T1) = 25 menit
 - Waktu Pengisian (T2) = 10 menit
 - Waktu Pengambilan Air (T3) = 8 menit
-
- (Ts) = 43 menit

$$\begin{aligned}
 \text{Produktivitas alat} \quad (Q) &= \frac{A \times Fa \times 60}{Q_{keb} \times Ts \times 1000} \\
 &= \frac{3000 \times 0,83 \times 60}{0,03 \times 43 \times 1000} \\
 &= 115,81 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Pekerjaan Pembetonan

Jenis alat = 3000 – 4500 Liter

Spesifikasi alat

- Jarak Layanan (L) = 2 km
- Kebutuhan Air (Qkeb) = 0,032 m³
- Kapasitas Tangki (A) = 3000 liter
- Kecepatan Berpindah (V) = 30 km/jam
- Debit Penyiraman (q1) = 12,22 liter/detik

- Debit Pengisian (q2) = 5 liter/detik
- Faktor efisiensi alat (Fa) = 0,83

Waktu siklus (Ts)

- Waktu Penyiraman (T1) = 25 menit
 - Waktu Pengisian (T2) = 10 menit
 - Waktu Pengambilan Air (T3) = 8 menit
-
- (Ts) = 43 menit

Produktivitas alat (Q) =
$$\frac{A \times Fa \times 60}{Q_{keb} \times Ts \times 1000}$$

$$= \frac{3000 \times 0,83 \times 60}{0,032 \times 43 \times 1000}$$

$$= 108,58 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Pekerjaan Timbunan

Jenis alat = 3000 – 4500 Liter

Spesifikasi alat

- Jarak Layanan (L) = 2 km
- Kebutuhan Air (Qkeb) = 0,03 m³
- Kapasitas Tangki (A) = 3000 liter
- Kecepatan Berpindah (V) = 15 km/jam
- Debit Penyiraman (q1) = 10 liter/detik
- Debit Pengisian (q2) = 36,52 liter/detik
- Faktor efisiensi alat (Fa) = 0,83

Waktu siklus (Ts)

- Waktu Penyiraman (T1) = 5,00 menit
 - Waktu Pengisian (T2) = 1,37 menit
 - Waktu Pengambilan Air (T3) = 8 menit
-
- (Ts) = 14,37 menit

Produktivitas alat (Q) =
$$\frac{A \times Fa \times 60}{Q_{keb} \times Ts \times 1000}$$

$$= \frac{3000 \times 0,83 \times 60}{0,03 \times 14,37 \times 1000}$$

$$= 346,56 \text{ m}^3/\text{jam}$$

6. Vibrator Roller

Pekerjaan Timbunan Random

Jenis alat = 5 – 8 ton *with sheep foot*

Spesifikasi alat

- Lebar efektif pemadatan (be) = 1,40 m
- Kecepatan rata-rata alat (V) = 3,50 km/jam
- Tebal pemadatan (t) = 0,30 m
- Faktor efisiensi alat (Fa) = 0,83
- Jumlah lintasan (n) = 8,00 lintasan

$$\begin{aligned}
 \text{Produktivitas alat (Q)} &= \frac{\text{be} \times \text{v} \times 1000 \times \text{Fa} \times \text{t}}{\text{n}} \\
 &= \frac{1,40 \times 3,50 \times 1000 \times 0,83 \times 0,30}{8} \\
 &= 152,51 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Pekerjaan Timbunan Inti dan Timbunan Filter

Jenis alat = 5 – 8 ton *with sheep foot*

- Lebar efektif pemadatan (be) = 1,40 m
- Kecepatan rata-rata alat (V) = 3,00 km/jam
- Tebal pemadatan (t) = 0,30 m
- Faktor efisiensi alat (Fa) = 0,83
- Jumlah lintasan (n) = 10,00 lintasan

$$\begin{aligned}
 \text{Produktivitas alat (Q)} &= \frac{\text{be} \times \text{v} \times 1000 \times \text{Fa} \times \text{t}}{\text{n}} \\
 &= \frac{1,40 \times 3,0 \times 1000 \times 0,83 \times 0,30}{10} \\
 &= 104,58 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

7. Wheel Loader**Pekerjaan Pembersihan**

Jenis alat = 1,0 – 1,6 m³

Spesifikasi alat

- Kapasitas *bucket* (V) = 1,50 m³
- Faktor *bucket* (Fb) = 0,90
- Faktor efisiensi alat (Fa) = 0,83
- Waktu siklus (Ts) = 0,58 menit

$$\begin{aligned}
 \text{Produktivitas alat (Q)} &= \frac{\text{V} \times \text{Fb} \times \text{Fa} \times 60}{\text{Ts}} \\
 &= \frac{1,50 \times 0,90 \times 0,83 \times 60}{0,58} \\
 &= 115,91 \text{ m}^3/\text{jam} \\
 &= 386,38 \text{ m}^2/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Pekerjaan Pengupasan

Jenis alat $= 1,0 - 1,6 \text{ m}^3$

Spesifikasi alat

- Kapasitas *bucket* (V) $= 1,50 \text{ m}^3$
- Faktor *bucket* (Fb) $= 0,90$
- Faktor efisiensi alat (Fa) $= 0,83$
- Waktu siklus (Ts) $= 1,86 \text{ menit}$

Produktivitas alat (Q) $= \frac{V \times Fb \times Fa \times 60}{Ts}$
 $= \frac{1,50 \times 0,90 \times 0,83 \times 60}{1,86}$
 $= 36,15 \text{ m}^3/\text{jam}$
 $= 120,48 \text{ m}^2/\text{jam}$

Pekerjaan Timbunan

Jenis alat $= 1,0 - 1,6 \text{ m}^3$

Spesifikasi alat

- Kapasitas *bucket* (V) $= 1,50 \text{ m}^3$
- Faktor *bucket* (Fb) $= 0,90$
- Faktor efisiensi alat (Fa) $= 0,83$
- Waktu siklus (Ts) $= 0,80 \text{ menit}$

Produktivitas alat (Q) $= \frac{V \times Fb \times Fa \times 60}{Ts}$
 $= \frac{1,50 \times 0,90 \times 0,83 \times 60}{0,80}$
 $= 84,04 \text{ m}^3/\text{jam}$
 $= 280,13 \text{ m}^2/\text{jam}$

8. Three Wheel Roller

Jenis alat $= 6 - 8 \text{ ton}$

Spesifikasi alat

- Kecepatan rata-rata (v) $= 5,00 \text{ km/jam}$
- Lebar efektif pemadatan (be) $= 1,80 \text{ m}$
- Jumlah lintasan (n) $= 8,00$
- Faktor efisiensi alat (Fa) $= 0,83$
- Tebal lapisan (t) $= 0,15 \text{ m}$

Produktivitas alat (Q) $= \frac{be \times v \times 1000 \times Fa \times t}{n}$

$$= \frac{1,80 \times 5,00 \times 1000 \times 0,83 \times 0,15}{8,00}$$

$$= 140,06 \text{ m}^3/\text{jam}$$

9. Asphalt Sprayer

Spesifikasi alat

- Kapasitas (Cp) = 850,00 liter/menit
- Faktor efisiensi alat (Fa) = 0,83
- Kapasitas pompa aspal (Pa) = 55,00 liter/menit
- Waktu siklus (Ts) = 2,00 jam

Produktivitas alat (Q) = $\frac{Pa \times Fa \times 60}{Ts}$

$$= \frac{55 \times 0,83 \times 60}{2}$$

$$= 1369,50 \text{ liter/jam}$$

10. Air Compressor

Spesifikasi alat

- Kapasitas udara (Cp) = 5000,00 liter/menit
- Tenaga penggerak (Fa) = 0,83
- Kapasitas pompa aspal (Pw) = 75
- Faktor efisiensi alat (Fa) = 0,83

Produktivitas alat (Q) = $\frac{1,00 \times Fa \times 60}{5}$

$$= \frac{1,00 \times 0,83 \times 60}{5}$$

$$= 9,96 \text{ liter/jam}$$

11. Batching Plant

- Kapasitas pencampuran (Cp) = 600,00 liter/menit
- Tenaga mesin (Pw) = 134,00
- Kapasitas produksi (V) = 400,00 liter
- Faktor efisiensi alat (Fa) = 0,83

Waktu siklus (Ts)

- Waktu lama mengisi (T1) = 0,50 menit
 - Waktu lama mengaduk (T2) = 0,50 menit
 - Waktu lama menuang (T3) = 0,25 menit
 - Waktu lama menunggu (T4) = 0,25 menit
-
- (Ts) = 1,50 menit

$$\begin{aligned}
 \text{Produktivitas alat} \quad (Q) &= \frac{V \times Fa \times 60}{1000 \times Ts} \\
 &= \frac{400 \times 0,83 \times 60}{1000 \times 1,50} \\
 &= 13,28 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

12. Water Pump

Spesifikasi alat

- Kapasitas alat $(q) = 44,00 \text{ m}^3/\text{jam}$
- Faktor efisiensi alat $(Fa) = 0,83$

$$\begin{aligned}
 \text{Produktivitas alat} \quad (Q) &= q \times Fa \\
 &= 44,00 \times 0,83 \\
 &= 36,52 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

13. Concrete Mixer

Spesifikasi alat

- Kapasitas alat $(V) = 500,00 \text{ liter}$
- Faktor efisiensi alat $(Fa) = 0,83$

Waktu siklus (T_s)

- Waktu lama mengisi $(T1) = 0,50 \text{ menit}$
 - Waktu lama mencampur $(T2) = 1,00 \text{ menit}$
 - Waktu lama menuang $(T3) = 0,30 \text{ menit}$
 - Waktu lama menunggu $(T4) = 0,20 \text{ menit}$
-
- $$(T_s) = 2,00 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Produktivitas alat} \quad (Q) &= \frac{V \times Fa \times 60}{1000 \times T_s} \\
 &= \frac{500 \times 0,83 \times 60}{1000 \times 2,00} \\
 &= 12,45 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

14. Concrete Vibrator

- Kapasitas alat $(q) = 3,00 \text{ m}^3/\text{jam}$
- Faktor efisiensi alat $(Fa) = 0,83$

$$\begin{aligned}
 \text{Produktivitas alat} \quad (Q) &= q \times Fa \\
 &= 3,00 \times 0,83 \\
 &= 2,49 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

15. Concrete Pump

- Kapasitas alat $(V) = 8,00 \text{ m}^3$
- Faktor efisiensi alat $(Fa) = 0,83$

Waktu siklus (Ts)

• Waktu lama mengisi	(T1)	= 5,00 menit
• Waktu lama memompa	(T2)	= 30,00 menit
• Waktu lama menunggu	(T3)	= 5,00 menit
	(Ts)	= 40,00 menit
Produktivitas alat	(Q)	= $\frac{V \times Fa \times 60}{Ts}$
		= $\frac{8 \times 0,83 \times 60}{40,00}$
		= 9,96 m ³ /jam

4.3.3. Analisa Harga Satuan Pekerjaan

Analisa ini berpengaruh terhadap besar kecilnya biaya yang dikeluarkan dalam suatu proyek. Oleh karena itu perhitungan analisa harga satuan pekerjaan harus diperhitungkan dengan baik agar biaya yang nantinya dikeluarkan tidak terlalu besar sehingga tidak merugikan manajemen dan proyek itu sendiri.

Dalam studi ini, analisa harga satuan pekerjaan dibagi atas 7 sub-bagian analisa yaitu: (persiapan, tanah dan batu, beton dan baja, pasangan batu, *grouting*, *instrumentasi*, jalan dan jembatan). Untuk mempermudah perhitungan, Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) dari setiap uraian pekerjaan, maka dibuat tabel Analisa Harga Satuan Pekerjaan (lampiran 3) dengan keterangan kolom sebagai berikut:

1. Nomor;
2. Komponen (uraian tenaga kerja, bahan/material, dan alat yang dibutuhkan dalam menyelesaikan suatu pekerjaan;
3. Satuan untuk setiap uraian pekerjaan;
4. Kuantitas/koeffisien tenaga kerja dari setiap uraian pekerjaan;
 - Kuantitas tenaga kerja dan bahan/material didapatkan dari ketentuan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan referensi pekerjaan yang sama perhitungan PT. Gracia Widyakarsa Konsultan Teknik dan Supervisi.
 - Kuantitas peralatan didapatkan dari referensi pekerjaan yang sama perhitungan PT. Gracia Widyakarsa Konsultan Teknik dan Supervisi dan hasil perhitungan produktivitas alat berat.
5. Harga satuan setiap uraian pekerjaan (lampiran 1); dan
6. Jumlah harga dari hasil perkalian antara kuantitas pekerjaan dengan harga satuan setiap uraian pekerjaan.

Berikut merupakan rekapitulasi Harga Satuan Pekerjaan (HSP) *main dam* dan *spillway* bendungan gondang yang diuraikan sesuai uraian pekerjaan *main dam* dan *spillway* pada bendungan gondang.

Tabel 4.5.

Harga Satuan Pekerjaan (HSP) *Main Dam* dan *Spillway* pada Bendungan Gondang

NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	HARGA SATUAN (Rp.)
1.	Pekerjaan Persiapan		
	1. Mobilisasi dan Demobilisasi	LS	1.104.400.000,00
	2. Penyediaan Air Bersih	LS	67.813.939,00
	3. Penyediaan Sarana Listrik	LS	534.172.779,00
	4. Penyediaan Sarana Telekomunikasi	LS	120.048.500,00
	5. Quality Control	LS	533.436.419,00
	6. Dokumentasi Foto dan Film Kemajuan Pekerjaan	LS	192.418.875,00
	7. Pembuatan Laporan Pelaksanaan Pekerjaan	LS	220.692.505,00
	8. Survey Pengukuran	LS	632.384.296,00
	9. Pengamanan dan Pelaksanaan K3	LS	671.341.458,00
	10. Pencegahan HIV AIDS	LS	440.445.500,00
	11. Monitoring Lingkungan	LS	274.023.750,00
2.	Pekerjaan Bendungan Utama		
A	Tubuh Bendungan		
	1 Dewatering Pelaksanaan Bendungan	LS	255.178.907,00
	2 Land Clearing dan Grubbing	m ²	6.890,00
	3 Pengupasan (stripping)	m ²	8.402,00
	4 Galian tanah	m ³	22.660,00
	5 Galian batu	m ³	63.987,00
	6 Timbunan Material Kedap Air (Inti)	m ³	29.599,00
	7 Timbunan Material Random	m ³	26.814,00
	8 Timbunan Material Filter	m ³	218.077,00
	9 Rip-rap	m ³	271.250,00
	10 Lean concrete	m ³	1.038.443,00
	11 Bangunan V-Notch	unit	64.100.952,00
	12 Pasangan Batu Saluran Drainase kaki bendungan	m ³	699.650,00
B	Treatment Pondasi Bendungan		
	1 Pengeboran rotary untuk consolidation grouting	m'	666.778,00
	2 Pengeboran rotary untuk sub-curtain grouting	m'	675.262,00
	3 Pengeboran rotary untuk curtain grouting	m'	684.433,00
	4 Water presure tes untuk curtain grouting	test	321.794,00
	5 Water presure tes untuk sub-curtain grouting dan consolidation grouting	test	321.794,00
	6 Pencampuran bahan untuk grouting		
	Material untuk grouting	ton	1.708.894,00
	Slush grouting	ton	1.708.894,00
	Rim grouting	ton	1.708.894,00
C	Perkerasan Puncak Bendungan		
	1 Pengaspalan ATB diatas tubuh bendungan		
	a. Lapisan Penetrasi / ATB	m ³	126.163,00
	b. Prime coat	m ²	29.611,00
	c. Base Course/LPA	m ³	246.266,00
	d. Sub-Base Course/LPB	m ³	160.466,00
	2 Hand rail (rantai besi)	m	142.127,00
	3 Patok Pengaman (Patok pengaman)	bh	94.828,00
	4 Trotoar (beton K-175)	m ³	1.162.639,00

Lanjutan Tabel 4.5.

Harga Satuan Pekerjaan (HSP) *Main Dam* dan *Spillway* pada Bendungan Gondang

NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	HARGA SATUAN
			(Rp.)
3.	Pekerjaan Bangunan Pelimpah		
A	Pekerjaan Tanah		
	1 Land Clearing dan Grubbing	m ²	6.890,00
	2 Pengupasan (stripping)	m ²	8.402,00
	3 Galian tanah	m ³	22.660,00
	4 Galian batu	m ³	64.371,00
	5 Timbunan Tanah kembali	m ³	13.359,00
B	Pekerjaan Grouting		
	1 Pengeboran rotary untuk consolidation grouting	m'	666.778,00
	2 Pengeboran rotary untuk sub-curtain grouting	m'	675.262,00
	3 Pemboran rotary untuk curtain grouting	m'	684.433,00
	4 Water presure tes untuk curtain grouting.	test	321.794,00
	5 Water presure tes untuk sub-curtain grouting dan consolidation grouting	test	321.794,00
	6 Pencampuran bahan untuk grouting		
	Material untuk grouting	ton	1.708.894,00
	Slush grouting	ton	1.708.894,00
	Contact grouting	ton	1.708.894,00
C	Pekerjaan Beton		
	1 Beton mutu K175	m ³	1.162.639,00
	2 Beton mutu K225	m ³	1.221.329,00
	3 Besi Tulangan Beton ulir	kg	20.686,00
	4 Bekisting tipe ekspose	m ²	169.568,00
	5 Waterstop	m	53.763,00
	6 Handraill tepi dinding spillway.	m	142.127,00
	7 Weep hole Type 1	bh	35.713,00
	8 Collector Drain type 2	m	143.607,00
	9 Dowel Bar Dia. 22	bh	83.252,00
	10 Joint sealant 50 mm	m	35.128,00
D	Pekerjaan Pasangan		
	1 Pasangan Batu 1 : 4	m ³	481.850,00
	2 Plesteran 1 : 3	m ³	51.565,00
	3 Siaran 1:2	m ²	34.748,00
E	Jembatan Penghubung		
	1 Beton K 225	m ³	1.221.329,00
	2 Besi Tulangan Beton ulir	kg	20.446,00
	3 Handraill jembatan.	m	142.127,00
	4 Elastomeric Bearing pad	buah	2.500.000,00
	5 Pipa drainase PVC ø 10 cm	m	35.713,00
	6 Bekisting tipe ekspose	m ²	167.248,00
	7 Perancah untuk pekerjaan struktur bangunan atas.	m ³	154.183,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

4.3.4. Analisa Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah rencana pengeluaran suatu proyek yang didalamnya terdiri atas:

- a) Rincian pekerjaan yang akan dilakukan pada suatu pelaksanaan proyek.
- b) Harga Satuan Pekerjaan (HSP) dari setiap pekerjaan.
- c) Rencana Anggaran Biaya (RAB) setiap pekerjaan.
- d) Total Rencana Anggaran Biaya (RAB) pada pelaksanaan konstruksi *main dam* dan *spillway* pada Bendungan Gondang.

Rencana anggaran proyek dapat dihitung dengan cara mengalikan volume setiap item pekerjaan dengan harga satuan pekerjaan itu sendiri, sehingga total biaya pekerjaan keseluruhan dapat diketahui. Dalam studi ini rencana anggaran biaya yang diperhitungkan pada bagian pelaksanaan konstruksi *Main Dam* dan *Spillway* pada Bendungan Gondang yang dilampirkan pada tabel 4.6.

Tabel 4.6.

Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan Konstruksi *Main Dam* dan *Spillway* pada Bendungan Gondang

NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
1.	Pekerjaan Persiapan				
1.	Mobilisasi dan Demobilisasi	LS	1,00	1.104.400.000,00	1.104.400.000,00
2.	Penyediaan Air Bersih	LS	1,00	67.813.939,00	67.813.939,00
3.	Penyediaan Sarana Listrik	LS	1,00	534.172.779,00	534.172.779,00
4.	Penyediaan Sarana Telekomunikasi	LS	1,00	120.048.500,00	120.048.500,00
5.	Quality Control	LS	1,00	533.436.419,00	533.436.419,00
6.	Dokumentasi Foto dan Film Kemajuan Pekerjaan	LS	1,00	192.418.875,00	192.418.875,00
7.	Pembuatan Laporan Pelaksanaan Pekerjaan	LS	1,00	220.692.505,00	220.692.505,00
8.	Survey Pengukuran, Gambar Kerja dan Gambar Purna Laksana "as built drawing"	LS	1,00	632.384.296,00	632.384.296,00
9.	Pengamanan dan Pelaksanaan K3	LS	1,00	671.341.458,00	671.341.458,00
10.	Pencegahan HIV AIDS	LS	1,00	440.445.500,00	440.445.500,00
11.	Monitoring Lingkungan	LS	1,00	274.023.750,00	274.023.750,00
	Sub Total 1				4.791.178.021,00
2.	Pekerjaan Bendungan Utama				
A	Tubuh Bendungan				
1	Dewatering Pelaksanaan Bendungan	LS	0,1	255.178.907,00	25.517.890,70
2	Land Clearing dan Grubbing	m ²	60389	6.890,00	416.080.210,00
3	Pengupasan (stripping)	m ²	60389	8.402,00	507.388.378,00
4	Galian tanah	m ³	14022	22.660,00	317.735.216,00
5	Galian batu	m ³	79457	63.987,00	5.084.226.177,22
6	Timbunan Material Kedap Air (Inti)	m ³	428882	29.599,00	12.694.465.294,44
7	Timbunan Material Random	m ³	2079728	26.814,00	55.765.824.446,88
8	Timbunan Material Filter	m ³	252631	218.077,00	55.092.923.356,20
9	Rip-rap	m ³	96050	271.250,00	26.053.443.150,00
10	Lean concrete	m ³	185	1.038.443,00	192.111.955,00
11	Bangunan V-Nocth	unit	1	64.100.952,00	64.100.952,00
12	Pasangan Batu Saluran Drainase kaki bendungan	m ³	1332	699.650,00	931.921.157,04
	Sub Total 2A				157.145.738.183,48
B	Treatment Pondasi Bendungan				
1	Pengeboran rotary untuk consolidation grouting	m'	3345	666.778,00	2.230.372.410,00
2	Pengeboran rotary untuk sub-curtain grouting	m'	10035	675.262,00	6.776.254.170,00
3	Pengeboran rotary untuk curtain grouting	m'	21715	684.433,00	14.862.462.595,00
4	Water presure tes untuk curtain grouting	test	2020	321.794,00	650.023.880,00
5	Water presure tes untuk sub-curtain grouting dan consolidation grouting	test	2020	321.794,00	650.023.880,00

Lanjutan Tabel 4.6.

Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan Konstruksi *Main Dam* dan *Spillway* pada Bendungan Gondang

NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
				(Rp.)	(Rp.)
	6 Pencampuran bahan untuk grouting				
	Material untuk grouting	ton	51	1.708.894,00	87.153.594,00
	Slush grouting	ton	118	1.708.894,00	201.649.492,00
	Rim grouting	ton	2	1.708.894,00	3.417.788,00
	Sub Total 2B				25.461.357.809,00
C	Perkerasan pada Puncak Bendungan				
	1 Pengaspalan ATB diatas tubuh bendungan				
	a. Lapisan Penetrasi / ATB	m ³	450	126.163,00	56.773.350,00
	b. Prime coat	m ²	4800	29.611,00	142.132.800,00
	c. Base Course/LPA	m ³	1620	246.266,00	398.950.920,00
	d. Sub-Base Course/LPB	m ³	1800	160.466,00	288.838.800,00
	2 Hand rail (rantai besi)	m	1200	142.119,00	170.542.800,00
	3 Patok Pengaman (Patok pengaman)	bh	46	94.828,00	4.362.088,00
	4 Trotoar (beton K-175)	m ³	486	1.162.349,00	565.042.554,00
	Sub Total 2C				1.626.652.912,00
	Sub Total 2				184.233.749.904,48
3.	Pekerjaan Bangunan Pelimpah				
A	Pekerjaan Tanah				
	1 Land Clearing dan Grubbing	m ²	21052	6.890,00	145.048.280,00
	2 Pengupasan (stripping)	m ²	21052	8.402,00	176.878.904,00
	3 Galian tanah	m ³	218585	22.660,00	4.953.134.757,47
	4 Galian batu	m ³	1238648	64.371,00	79.733.010.253,68
	5 Timbunan Tanah kembali	m ³	5408	13.359,00	72.250.009,72
	Sub Total 3A				85.080.322.204,87
B	Pekerjaan Grouting				
	1 Pengeboran rotary untuk consolidation grouting	m'	225	666.778,00	150.025.050,00
	2 Pengeboran rotary untuk sub-curtain grouting	m'	675	675.262,00	455.801.850,00
	3 Pemboran rotary untuk curtain grouting	m'	1125	684.433,00	769.987.125,00
	4 Water presure tes untuk curtain grouting.	test	46	321.794,00	14.802.524,00
	5 Water presure tes untuk sub-curtain grouting dan consolidation grouting	test	40	321.794,00	12.871.760,00
	6 Pencampuran bahan untuk grouting				
	Material untuk grouting	ton	3	1.708.894,00	5.126.682,00
	Slush grouting	ton	9	1.708.894,00	15.380.046,00
	Contact grouting	ton	11	1.708.894,00	18.797.834,00
	Sub Total 3B				1.442.792.871,00

Lanjutan Tabel 4.6.

Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan Konstruksi *Main Dam* dan *Spillway* pada Bendungan Gondang

NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
				(Rp.)	(Rp.)
C	Pekerjaan Beton				
1	Beton K-175	m ³	352	1.162.639,00	408.964.999,93
2	Beton K-225	m ³	28024	1.221.329,00	34.226.350.540,73
3	Besi Tulangan Beton ulir	kg	2096730	20.686,00	43.372.966.461,05
4	Bekisting tipe ekspose	m ²	17638	169.568,00	2.990.817.899,28
5	Waterstop	m	437	53.763,00	23.494.431,00
6	Handraill tepi dinding spillway.	m	547	142.119,00	77.739.093,00
7	Weep hole Type 1	bh	300	35.713,00	10.713.900,00
8	Collector Drain type 2	m	500	143.607,00	71.751.801,48
9	Dowel Bar	bh	212	83.252,00	17.649.424,00
10	Joint sealant	m	1621	35.128,00	56.930.895,76
	Sub Total 3C				81.257.383.822,06
D	Pekerjaan Pasangan				
1	Pasangan Batu 1 : 4	m ³	750,0	481.850,00	361.387.500,00
2	Plesteran 1 : 3	m ³	217	51.565,00	11.163.822,50
3	Siaran 1:2	m ²	177	34.748,00	6.133.022,00
	Sub Total 3D				378.684.344,50
E	Jembatan Penghubung				
1	Beton K 225	m ³	1473	1.221.329,00	1.799.017.617,00
2	Besi Tulangan Beton ulir	kg	162043	20.686,00	3.352.021.498,00
3	Handraill jembatan.	m	118	142.119,00	16.770.042,00
4	Elastomeric Bearing pad	buah	6	2.500.000,00	15.000.000,00
5	Pipa drainase PVC ø 10 cm	m	72	35.713,00	2.571.336,00
6	Bekisting tipe ekspose	m ²	32	169.568,00	5.426.176,00
7	Perancah untuk pekerjaan struktur bangunan atas.	m ³	2	154.183,00	308.366,00
	Sub Total 3E				5.191.115.979,00
	Sub Total 3				173.350.299.221,43
	Total Anggaran Keseluruhan				362.375.226.146,91

Sumber: Data Perhitungan (2018).

4.3.5. Perhitungan Estimasi Durasi Pekerjaan

Hal pertama yang harus diperhatikan untuk membuat *Time Schedule* dan *Kurva S* adalah perlunya merencanakan waktu pelaksanaan pekerjaan (durasi pekerjaan) dari semua item pekerjaan yang ada. Lama waktu penyelesaian suatu pekerjaan (durasi) dapat direncanakan dengan memperhatikan besarnya volume pekerjaan, produktivitas alat, dan jumlah ketersediaan alat yang dapat dipenuhi. Pada studi ini untuk menentukan durasi pekerjaan yang dilaksanakan hanya pada item pekerjaan yang menggunakan alat berat, sedangkan untuk item pekerjaan yang lain diambil dari data kontrak (*engineering estimate*).

Berikut adalah contoh perhitungan untuk menentukan besarnya durasi pekerjaan pada suatu pekerjaan.

- Pada pekerjaan pengupasan (*stripping*) pada bendungan utama (*main dam*), dengan data sebagai berikut :

Volume Pekerjaan	: 60389 m ²
Produktivitas <i>Bulldozer</i>	: 28,354 m ² /jam
Produktivitas <i>Wheel Loader</i>	: 82,999 m ² /jam
Produktivitas <i>Dump Truck</i>	: 105,632 m ² /jam
Estimasi Durasi Pekerjaan	: 45 hari
Estimasi Jam Kerja 1 Hari	: 8 jam kerja

- Menghitung Total Waktu Jam Kerja

$$\begin{aligned}
 \text{Total Waktu} &= \text{Estimasi Durasi Pekerjaan} \times \text{Estimasi Jam Kerja 1 Hari} \\
 &= 45 \times 8 \\
 &= 360 \text{ jam kerja}
 \end{aligned}$$

- Perhitungan Kebutuhan Alat

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan Alat Berat } \textit{Bulldozer} &= \text{Volume} / (\text{Total Waktu} \times \text{Produktivitas Alat}) \\
 &= 60389 \text{ m}^2 / (360 \text{ jam} \times 28,354 \text{ m}^2/\text{jam}) \\
 &= 5,92 = 6 \text{ alat berat } \textit{bulldozer}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan Alat Berat } \textit{Wheel Loader} &= \text{Volume} / (\text{Total Waktu} \times \text{Produktivitas Alat}) \\
 &= 60389 \text{ m}^2 / (360 \text{ jam} \times 82,999 \text{ m}^2/\text{jam}) \\
 &= 2,02 = 3 \text{ alat berat } \textit{Wheel Loader}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan Alat Berat } \textit{Dump Truck} &= \text{Volume} / (\text{Total Waktu} \times \text{Produktivitas Alat}) \\
 &= 60389 \text{ m}^2 / (360 \text{ jam} \times 105,632 \text{ m}^2/\text{jam}) \\
 &= 1,59 = 2 \text{ alat berat } \textit{Dump Truck}
 \end{aligned}$$

Sehingga dapat disimpulkan dengan durasi pekerjaan 45 hari (360 jam) untuk pekerjaan pengupasan (*stripping*) pada bendungan utama (*main dam*) membutuhkan 6 alat berat

bulldozer, 3 alat beral *wheel loader*, dan 2 alat berat *Dump Truck*. Hasil perhitungan estimasi durasi pekerjaan pada pelaksanaan *main dam* dan *spillway* bendungan gondang dapat dilihat pada tabel 4.7.

4.3.6. Logika Ketergantungan Pekerjaan

Langkah awal yang harus diperhatikan untuk membuat *Time Schedule* adalah mengkaji lingkup pekerjaan suatu proyek, kemudian menguraikan menjadi komponen-komponennya untuk meningkatkan akurasi perkiraan kurun waktu kegiatan dan logika ketergantungan pekerjaan pada pekerjaan-pekerjaan tersebut. Logika ketergantungan pekerjaan merupakan hubungan suatu pekerjaan dengan pekerjaan lainnya dalam lingkup pelaksanaan proyek. Seluruh pekerjaan pada suatu proyek akan dihubungkan berdasarkan hubungan yang logis, sehingga membentuk suatu jaringan pekerjaan (*network diagram*) yang berisi lintasan peristiwa dan kegiatan. Logika ketergantungan pekerjaan/hubungan ketergantungan dalam pelaksanaan *main dam* dan *spillway* pada bendungan gondang tidak semua sama. Ada pekerjaan yang dimulai dan diakhiri bersamaan, ada pekerjaan yang dimulai setelah/sebelum beberapa hari pekerjaan yang mendahuluinya selesai. Sehingga hubungan ketergantungan pekerjaan pada studi ini adalah hubungan antar aktivitas sebelumnya (*predecessor*). Logika ketergantungan pekerjaan/hubungan ketergantungan pekerjaan pada pelaksanaan konstruksi *main dam* dan *spillway* pada Bendungan Gondang dilampirkan pada tabel berikut.

Tabel 4.7.

Estimasi Durasi Pekerjaan dan Logika Ketergantungan Pekerjaan

No.	Uraian Pekerjaan	Durasi	Kode	Pekerjaan Pendahulu	Jenis Hubungan
		Hari	Pekerjaan	(Predecessor)	
	Pekerjaan Persiapan				
1.	Mobilisasi dan Demobilisasi	30	I.1	-	-
2.	Penyediaan Air Bersih	30	I.2	I.1	SS
3.	Penyediaan Sarana Listrik	30	I.3	I.1	SS
4.	Penyediaan Sarana Telekomunikasi	30	I.4	I.1	SS
5.	Quality Control	30	I.5	I.1	SS
6.	Dokumentasi Foto dan Film Kemajuan Pekerjaan	1095	I.6	-	-
7.	Pembuatan Laporan Pelaksanaan Pekerjaan	1095	I.7	I.6	SS
8.	Survey Pengukuran	1095	I.8	I.6	SS
9.	Pengamanan dan Pelaksanaan K3	1095	I.9	-	-
10.	Pencegahan HIV AIDS	1095	I.10	-	-
11.	Monitoring Lingkungan	1095	I.11	I.6	SS
	Pekerjaan Bendungan Utama (Main Dam)				
1.	Dewatering Pelaksanaan Bendungan	30	II.1	-	-
2.	Pembersihan (Land Clearing and Grubbing)	45	II.2	II.1	FS
3.	Pengupasan (Stripping)	45	II.3	II.2	FS
4.	Galian Tanah Bendungan Utama	30	II.4	II.3	FS
5.	Galian Batu Bendungan Utama	75	II.5	II.4	FS

Lanjutan Tabel 4.7.

Estimasi Durasi Pekerjaan dan Logika Ketergantungan Pekerjaan

No.	Uraian Pekerjaan	Durasi	Kode	Pekerjaan Pendahulu	Jenis Hubungan
		Hari	Pekerjaan	(Predecessor)	
6.	Timbunan Kedap Air / Inti (Clay Material)	135	II.6	II.10	FS
7.	Timbunan Material Random	330	II.7	II.8	FS
8.	Timbunan Material Filter	90	II.8	II.6	FS
9.	Timbunan Rip-Rap	120	II.9	II.7	FS
10.	Lean Concrete	30	II.10	II.14	FS
11.	Pasangan Batu Saluran Drainase Kaki Bendungan	30	II.11	II.10	FS
12.	Pengeboran Rotary untuk Consolidation Grouting	30	II.12	II.15	FS
13.	Pengeboran Rotary untuk Sub-Curtain Grouting	60	II.13	II.12	FS
14.	Pengeboran Rotary untuk Curtain Grouting	150	II.14	II.5	FS
15.	Pencampuran Bahan untuk Grouting	30	II.15	II.14	SS
16.	Pengaspalan ATB di atas Tubuh Bendungan	30	II.16	II.9	SS+60
17.	Trotoar (Beton Mutu K-175)	45	II.17	II.16	FS
18.	Handrail (Rantai Besi)	15	II.18	II.17	SS
	Pekerjaan Bangunan Pelimpah (Spillway)				
1.	Pembersihan (Land Clearing and Grubbing)	30	III.1	-	-
2.	Pengupasan (Stripping)	30	III.2	III.1	FS
3.	Galian Tanah Spillway	90	III.3	III.2	FS
4.	Galian Batu Spillway	120	III.4	III.3	FS
5.	Timbunan Tanah Kembali	45	III.5	III.8	FS
6.	Pengeboran Rotary untuk Consolidation Grouting	15	III.6	III.4	FS
7.	Pengeboran Rotary untuk Sub-Curtain Grouting	30	III.7	III.6	SS
8.	Pengeboran Rotary untuk Curtain Grouting	30	III.8	III.7	SS
9.	Pencampuran Bahan untuk Grouting	15	III.9	III.8	SS
10.	Beton Mutu K-175	30	III.10	III.6	FS
11.	Beton Mutu K-225	240	III.11	III.13	FS
12.	Besi Tulangan Beton Ulir	270	III.12	III.11	SS
13.	Bekisting tipe ekspose	90	III.13	III.10	SS
14.	Waterstop	15	III.14	III.13	FS
15.	Handraill tepi dinding spillway.	15	III.15	III.14	FS
16.	Weep Hole	15	III.16	III.14	SS
17.	Collector Drain	15	III.17	III.15	SS
18.	Dowel Bar	15	III.18	III.12	SS
19.	Joint Sealant	15	III.19	III.12	SS
20.	Pasangan Batu 1 : 4	30	III.20	III.11	FS
21.	Plesteran 1 : 3	30	III.21	III.20	SS+15
22.	Siaran 1 : 2	15	III.22	III.21	SS
23.	Beton K-225 untuk Jembatan Penghubung	75	III.23	III.20	FS
24.	Besi Tulangan Beton Ulir untuk Jembatan Penghubung	90	III.24	III.23	SS
25.	Handraill Jembatan	15	III.25	III.24	FS
26.	Bekisting tipe ekspose	15	III.26	III.22	SS
27.	Perancah untuk Pekerjaan Bangunan Atas	15	III.27	III.24	SS

Sumber: Data Perhitungan (2018).

4.3.7. Analisa Kebutuhan Sumber Daya

Perhitungan sumber daya bertujuan untuk dapat menghitung jumlah sumber daya yang dibutuhkan di setiap pekerjaan dalam satu hari. Dalam perhitungan sumber daya dilakukan analisa tingginya peningkatan sumber daya selama pelaksanaan proyek. Jika terjadi fluktuasi

yang tajam, misalnya peningkatan jumlah sumber daya yang berlebih maka masih dapat diantisipasi dengan melakukan *levelling*.

Dalam melakukan perhitungan analisa kebutuhan sumber daya dibutuhkan data sebagai berikut:

1. Data uraian dan volume pekerjaan
2. Data analisis harga satuan pekerjaan
3. Data durasi pekerjaan

Untuk mempermudah perhitungan analisa kebutuhan sumber daya maka dibuat tabel analisa kebutuhan sumber daya (Tabel 4.8) dengan penjabaran kolom sebagai berikut:

1. Nomor untuk masing-masing pekerjaan
2. Deskripsi pekerjaan
3. Volume pekerjaan
4. Durasi pekerjaan (dari perhitungan estimasi durasi pekerjaan)
5. Sumber daya terpakai (hasil analisa harga satuan pekerjaan)
6. Koefisien sumber daya terpakai (hasil analisa harga satuan pekerjaan)
7. Jenis alat (hasil analisis harga satuan pekerjaan)
8. Produktivitas alat atau pekerja, misal dalam pekerjaan timbunan kedap air/inti (*clay material*) pada *main dam*

$$\text{Koefisien pekerja} = 0,158 \text{ jam}$$

$$\text{Produktivitas pekerja} = 1 / 0,158 \text{ jam} = 6,349 \text{ m}^2/\text{jam}$$

9. Jumlah sumber daya manusia per hari, contoh pada pekerjaan timbunan kedap air/inti (*clay material*) pada *main dam*
 - Pekerja = Volume / (Total Waktu Kerja x Produktivitas Pekerja)

$$= 428881,56 \text{ m}^3 / (1080 \text{ jam} \times 6,349 \text{ m}^3/\text{jam})$$

$$= 62,55 = 63 \text{ orang}$$
 - Mandor = Volume / (Total Waktu Kerja x Produktivitas Mandor)

$$= 428881,56 \text{ m}^3 / (1080 \text{ jam} \times 38,023 \text{ m}^3/\text{jam})$$

$$= 10,44 = 11 \text{ orang}$$
10. Jumlah sumber daya material per hari, contoh pada pekerjaan timbunan kedap air/inti (*clay material*) pada *main dam*
 - Urugan pilihan = $428881,56 \text{ m}^3 / (1080 \text{ jam} \times 0,833)$

$$= 476,54 \text{ m}^3$$
11. Jumlah sumberdaya alat per hari, contoh pada pekerjaan timbunan kedap air/inti (*clay material*) pada *main dam*

- *Bulldozer* = Volume / (Total Waktu Kerja x Produktivitas Alat)
 = $428881,56 \text{ m}^3 / (1080 \text{ jam} \times 137,908)$
 = 2,88 = 3 *Bulldozer*
- *Vibrator roller* = Volume / (Total Waktu Kerja x Produktivitas Alat)
 = $428881,56 \text{ m}^3 / (1080 \text{ jam} \times 104,580)$
 = 3,80 = 4 *Vibrator roller*
- *Water Tanker* = Volume / (Total Waktu Kerja x Produktivitas Alat)
 = $428881,56 \text{ m}^3 / (1080 \text{ jam} \times 346,555)$
 = 1,15 = 2 *Water Tanker*
- *Excavator* = Volume / (Total Waktu Kerja x Produktivitas Alat)
 = $428881,56 \text{ m}^3 / (1080 \text{ jam} \times 69,471)$
 = 5,72 = 6 *Excavator*
- *Dump Truck* = Volume / (Total Waktu Kerja x Produktivitas Alat)
 = $428881,56 \text{ m}^3 / (1080 \text{ jam} \times 24,559)$
 = 16,17 = 17 *Dump Truck*

Secara detail perhitungan analisa kebutuhan sumber daya pada konstruksi *main dam* dan *spillway* pada bendungan gondang akan dilampirkan dalam tabel berikut (Tabel 4.8).

Tabel 4.7.
Analisa Kebutuhan Sumber Daya Pekerjaan Konstruksi *Main Dam* dan *Spillway* pada Bendungan Gondang

No.	Deskripsi Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Satuan	Durasi Pekerjaan	Sumber Daya Terpakai	Koefisien	Satuan	Jenis Alat	Produktivitas		Jumlah Kebutuhan / hari			Kebutuhan sumber daya
			Volume	Hari			Koefisien		Orang / Alat	Satuan	SDM (Orang)	Material	Alat (bh)	
Bendungan Utama (Main Dam)														
1.	Pembersihan (Land Clearing and Grubbing)	60389,00	m²	45	Pekerja	0,101	Jam		9,921	m²/jam	16,91			17
					Mandor	0,017	Jam		59,524	m²/jam	2,82			3
					Bulldozer	0,002	Jam	100 - 150 Hp with ripper	637,440	m²/jam			0,26	1
					Wheel Loader	0,003	Jam	1 - 1,6 m³	386,379	m²/jam			0,43	1
					Dump Truck	0,011	Jam	12 m³	94,668	m²/jam			1,77	2
2.	Pengupasan (Stripping)	60389,00	m²	45	Pekerja	0,101	Jam		9,921	m²/jam	16,91			17
					Mandor	0,017	Jam		59,524	m²/jam	2,82			3
					Bulldozer	0,035	Jam	100 - 150 Hp with ripper	28,354	m²/jam			5,92	6
					Wheel Loader	0,012	Jam	1 - 1,6 m³	82,999	m²/jam			2,02	3
					Dump Truck	0,009	Jam	12 m³	105,632	m²/jam			1,59	2
3.	Galian Tanah Bendungan Utama	14021,85	m³	30	Pekerja	0,309	Jam		3,236	m³/jam	18,05			19
					Mandor	0,031	Jam		32,362	m³/jam	1,81			2
					Alat Bantu	0,025	Set		40,000	m³/set			1,46	2
					Excavator	0,013	Jam	80 - 140 Hp	75,787	m³/jam			0,77	1
					Dump Truck	0,040	Jam	12 m³	25,231	m³/jam			2,32	3
4.	Galian Batu Bendungan Utama	79457,17	m³	75	Pekerja	0,175	Jam		5,714	m³/jam	23,18			24
					Mandor	0,018	Jam		57,143	m³/jam	2,32			3
					Alat Bantu	0,030	Set		33,333	m³/jam			3,97	4
					Excavator	0,013	Jam	80 - 140 Hp	75,787	m³/jam			1,75	2
					Excavator	0,055	Jam	w/ hydrolic rock breaker	18,131	m³/jam			7,30	8
					Dump Truck	0,078	Jam	12 m³	12,895	m³/jam			10,27	11
5.	Timbunan Kedap Air / Inti (Clay Material)	428881,56	m³	135	Pekerja	0,158	Jam		6,349	m³/jam	62,55			63
					Mandor	0,026	Jam		38,023	m³/jam	10,44			11
					Urugan Pilihan	1,200	m³		0,833			476,54		477
					Bulldozer	0,007	Jam	100-150 Hp With Ripper	137,908	m³/jam			2,88	3
					Vibrator Roller	0,010	Jam	5-8 T w/ Sheep foot	104,580	m³/jam			3,80	4
					Water Tanker	0,003	Jam	3000 - 4500 L	346,555	m³/jam			1,15	2
					Excavator	0,014	Jam	80 - 140 Hp	69,471	m³/jam			5,72	6
					Dump Truck	0,041	Jam	12 m³	24,559	m³/jam			16,17	17
6.	Timbunan Material Random	2079727,92	m³	330	Pekerja	0,158	Jam		6,349	m³/jam	124,07			125
					Mandor	0,026	Jam		38,023	m³/jam	20,72			21
					Tanah/Batuan Random	1,200	m³		0,833			945,33		945
					Bulldozer	0,005	Jam	100-150 Hp With Ripper	199,200	m³/jam			3,95	4
					Vibrator Roller	0,007	Jam	5-8 T w/ Sheep foot	152,513	m³/jam			5,17	6
					Dump Truck	0,041	Jam	12 m³	24,559	m³/jam			32,08	33
					Excavator	0,014	Jam	80 - 140 Hp	69,471	m³/jam			11,34	12
7.	Timbunan Material Filter	252630,60	m³	90	Pekerja	0,158	Jam		6,349	m³/jam	55,26			56
					Mandor	0,026	Jam		38,023	m³/jam	9,23			10
					Urugan Agregat Halus	1,200	m³		0,833			421,05		421
					Wheel Loader	0,012	Jam	1.0-1.6 M3	84,038	m³/jam			4,18	5
					Dump Truck	0,041	Jam	12 m³	24,559	m³/jam			14,29	15
					Bulldozer	0,007	Jam	100-150 Hp With Ripper	137,908	m³/jam			2,54	3
					Vibrator Roller	0,010	Jam	5-8 T w/ Sheep foot	104,580	m³/jam			3,36	4
8.	Timbunan Rip - Rap	96049,56	m³	120	Pekerja	1,123	Jam		0,890	m³/jam	112,36			113
					Mandor	0,112	Jam		8,905	m³/jam	11,24			12
					Batu 40 - 100 cm	1,200	m³		0,833			120,06		120
					Excavator	0,032	Jam	80 - 140 Hp	30,876	m³/jam			3,24	4
					Dump Truck	0,041	Jam	12 m³	24,559	m³/jam			4,07	5
					Alat Bantu	0,150	Set		6,667	m³/set			15,01	16

Lanjutan Tabel 4.7.
Analisa Kebutuhan Sumber Daya Pekerjaan Konstruksi *Main Dam* dan *Spillway* pada Bendungan Gondang

No.	Deskripsi Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Satuan	Durasi Pekerjaan	Sumber Daya Terpakai	Koefisien	Satuan	Jenis Alat	Produktivitas		Jumlah Kebutuhan / hari			Kebutuhan
			Volume	Hari			Koefisien		Orang / Alat	Satuan	SDM (Orang)	Material	Alat (bh)	Sumber Daya
9.	Lean Concrete	185,00	m³	30	Pekerja	8,000	Jam		0,125	m³/jam	6,17			7
					Tukang	1,104	Jam		0,906	m³/jam	0,85			1
					Kepala Tukang	0,144	Jam		6,944	m³/jam	0,11			1
					Mandor	0,400	Jam		2,500	m³/jam	0,31			1
					Batu Kerikil	1012,000	Jam		0,001			780,08		780
					Pasir Cor	828,000	Kg		0,001			638,25		638
					PC	247,000	Kg		0,004			190,40		190
					Air	215,000	Liter		0,005			165,73		166
					Alat Bantu	1,250	Set		0,800	m³/set			0,96	1
					Batching Plant	0,075	Jam		13,280	m³/jam			0,06	1
					Concrete Pump	0,100	Jam		9,960	m³/jam			0,08	1
					Water Tanker	0,006	Jam	3000 - 4500 L	166,000	m³/jam			0,00	1
					Water Pump	0,027	Jam		36,520	m³/jam			0,02	1
					Dump Truck	0,041	Jam	12 m³	24,394	m³/jam			0,03	1
10.	Pasangan Batu Saluran Drainase Kaki Bendungan	1331,98	m³	30	Pekerja	8,220	Jam		0,122	m³/jam	45,62			46
					Tukang	2,740	Jam		0,365	m³/jam	15,21			16
					Mandor	1,074	Jam		0,931	m³/jam	5,96			6
					PC	163,000	Kg		0,006			904,64		905
					Batu Belah	1,200	m³		0,833			6,66		7
					Pasir Pasang	0,520	m³		1,923			2,89		3
					Concrete Mixer	0,080	Jam	0,3-0,6 M3	12,450	m³/jam			0,45	1
					Alat Bantu	0,135	Set		7,407	m³/jam			0,75	1
11.	Pengeboran Rotary untuk Consolidation Grouting	3345	m	30	Bor Master	0,250	Jam		4,000	m/jam	3,48			4
					Pekerja	1,500	Jam		0,667	m/jam	20,91			21
					Casing Gip	0,100	m		10,000			1,39		1
					Bbm Water Pump	3,000	Liter		0,333			41,81		42
					Bbm Mesin Bor	5,000	Liter		0,200			69,69		70
					Water Pump	0,027	Jam		36,520	m/jam			0,38	1
					Mesin Bor	0,010	m		100,000				0,14	1
12.	Pengeboran Rotary untuk Sub-Curtain Grouting	10035	m	60	Bor Master	0,250	Jam		4,000	m/jam	5,23			6
					Pekerja	1,500	Jam		0,667	m/jam	31,36			32
					Casing Gip	0,100	m		10,000			2,09		2
					Bbm Water Pump	3,000	Liter		0,333			62,72		63
					Bbm Mesin Bor	5,000	Liter		0,200			104,53		105
					Water Pump	0,027	Jam		36,520	m/jam			0,57	1
					Mesin Bor	0,010	m		100,000				0,21	1
13.	Pengeboran Rotary untuk Curtain Grouting	21715	m	150	Bor Master	0,250	Jam		4,000	m/jam	4,52			5
					Pekerja	1,500	Jam		0,667	m/jam	27,14			28
					Casing Gip	0,100	m		10,000			1,81		2
					Bbm Water Pump	3,000	Liter		0,333			54,29		54
					Bbm Mesin Bor	5,000	Liter		0,200			90,48		90
					Water Pump	0,027	Jam		36,520	m/jam			0,50	1
					Mesin Bor	0,010	m		100,000				0,18	1
14.	Pencampuran Bahan untuk Grouting	171,00	ton	30	Pembantu Tukang	2,825	Jam		0,354	ton/jam	2,01			3
					Tukang	2,825	Jam		0,354	ton/jam	2,01			3
					Mandor	0,470	Jam		2,128	ton/jam	0,33			1
					Semen	1059,750	Kg		0,001			755,07		755
					Agregat Halus	2331,450	Kg		0,000			1661,16		1661
					Air Compressor	0,100	Jam		9,960	ton/jam			0,07	1

Lanjutan Tabel 4.7.
Analisa Kebutuhan Sumber Daya Pekerjaan Konstruksi *Main Dam* dan *Spillway* pada Bendungan Gondang

No.	Deskripsi Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Satuan	Durasi Pekerjaan	Sumber Daya Terpakai	Koefisien	Satuan	Jenis Alat	Produktivitas		Jumlah Kebutuhan / hari			Kebutuhan Sumber Daya
			Volume	Hari			Koefisien		Orang / Alat	Satuan	SDM (Orang)	Material	Alat (bh)	
15.	Pengaspalan ATB di atas Tubuh Bendungan	8670,00	m³	30	Pekerja	0,148	Jam		6,744	m³/jam	5,36			6
					Mandor	0,023	Jam		43,649	m³/jam	0,83			1
					Agregat Kasar	0,034	m³		29,091			1,24		1
					Agreat Halus	0,030	m³		33,591			1,08		1
					Aspal	6,733	Kg		0,149			243,23		243
					Material kelas A	1,200	m³		0,833			43,35		43
					Material kelas C	1,200	m³		0,833			43,35		43
					Wheel Loader	0,050	Jam	1.0-1.6 M3	20,080	m³/jam			1,80	2
					Dump Truck	0,041	Jam	12 m³	24,394	m³/jam			1,48	2
					Asphalt Sprayer	0,001	Jam		1369,500	m³/jam			0,03	1
					Compressor	0,001	Jam	4000 - 6500	1369,500	m³/jam			0,03	1
					Motor Grader	0,015	Jam	> 100 Hp	64,800	m³/jam			0,56	1
					Water Tanker	0,006	Jam	3000 - 4500 L	166,000	m³/jam			0,22	1
16.	Trotoar (Beton Mutu K-175)	486,00	m³	45	Pekerja	8,000	Jam		0,125	m³/jam	10,80			11
					Tukang	1,104	Jam		0,906	m³/jam	1,49			2
					Kepala Tukang	0,144	Jam		6,944	m³/jam	0,19			1
					Mandor	0,400	Jam		2,500	m³/jam	0,54			1
					Batu Pecah	1029,000	Jam		0,001			1389,15		1390
					Pasir Cor	760,000	Kg		0,001			1026,00		1026
					PC	326,000	Kg		0,003			440,10		441
					Air	215,000	Liter		0,005			290,25		291
					Alat Bantu	1,250	Set		0,800	m³/set			1,69	2
					Batching Plant	0,075	Jam		13,280	m³/jam			0,10	1
					Concrete Pump	0,100	Jam		9,960	m³/jam			0,14	1
					Concrete Vibrator	0,402	Jam		2,490	m³/jam			0,54	1
					Water Tanker	0,006	Jam	3000 - 4500 L	166,000	m³/jam			0,01	1
					Water Pump	0,027	Jam		36,520	m³/jam			0,04	1
					Dump Truck	0,012	Jam	12 m³	81,312	m³/jam			0,02	1
17.	Handrail (Rantai Besi)	1200,00	m	15	Pekerja	0,175	Jam		5,714	m³/jam	1,75			2
					Tukang	0,350	Jam		2,857	m³/jam	3,50			4
					Pipa Giv Medium	1,050	m		0,952			10,50		11
					Cat	0,007	kg		147,059			0,07		1
					Beton K-175	0,009	m³		111,111			0,09		1
					Tulangan Beton	1,154	kg		0,867			11,54		12
Bangunan Pelimpah (Spillway)														
1.	Pembersihan (Land Clearing and Grubbing)	21052,00	m²	30	Pekerja	0,101	Jam		9,921	m²/jam	8,84			9
					Mandor	0,017	Jam		59,524	m²/jam	1,47			2
					Bulldozer	0,002	Jam	100 - 150 Hp with ripper	637,440	m²/jam			0,14	1
					Wheel Loader	0,003	Jam	1 - 1,6 m³	386,379	m²/jam			0,23	1
					Dump Truck	0,011	Jam	12 m³	94,668	m²/jam			0,93	1
2.	Pengupasan (Stripping)	21052,00	m²	30	Pekerja	0,101	Jam		9,921	m²/jam	8,84			9
					Mandor	0,017	Jam		59,524	m²/jam	1,47			2
					Bulldozer	0,005	Jam	100 - 150 Hp with ripper	213,429	m²/jam			0,41	1
					Wheel Loader	0,012	Jam	1 - 1,6 m³	82,999	m²/jam			1,06	2
					Dump Truck	0,009	Jam	12 m³	105,632	m²/jam			0,83	1
3.	Galian Tanah Spillway	218584,94	m³	90	Pekerja	0,309	Jam		3,236	m³/jam	93,81			94
					Mandor	0,031	Jam		32,362	m³/jam	9,38			10
					Alat Bantu	0,025	Set		40,000	m³/set			7,59	8
					Excavator	0,013	Jam	80 - 140 Hp	75,787	m³/jam			4,01	5
					Dump Truck	0,040	Jam	12 m³	25,231	m³/jam			12,03	13
4.	Galian Batu Spillway	1238648,00	m³	120	Pekerja	0,175	Jam		5,714	m³/jam	225,80			226
					Mandor	0,018	Jam		57,143	m³/jam	22,58			23
					Alat Bantu	0,030	Set		33,333	m³/jam			38,71	39
					Excavator	0,013	Jam	80 - 140 Hp	75,787	m³/jam			17,02	18
					Excavator	0,055	Jam	w/ hydrolic rock breaker	18,131	m³/jam			71,16	72
					Dump Truck	0,078	Jam	12 m³	12,895	m³/jam			100,06	101

Lanjutan Tabel 4.7.
Analisa Kebutuhan Sumber Daya Pekerjaan Konstruksi *Main Dam* dan *Spillway* pada Bendungan Gondang

No.	Deskripsi Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Satuan	Durasi Pekerjaan	Sumber Daya Terpakai	Koefisien	Satuan	Jenis Alat	Produktivitas		Jumlah Kebutuhan / hari			Kebutuhan
			Volume	Hari			Koefisien		Orang / Alat	Satuan	SDM (Orang)	Material	Alat (bh)	Sumber Daya
5.	Timbunan Tanah Kembali	5408,34	m³	45	Pekerja	1,313	Jam		0,762	m³/jam	19,73			20
					Mandor	0,088	Jam		11,364	m³/jam	1,32			2
					Alat Bantu	0,040	set		25,000	m³/jam			0,60	1
					Vibrator Roller	0,007	Jam	5-8 T w/ Sheep foot	152,513	m³/jam			0,10	1
					Three Wheel Roller	0,007	Jam	6-8 T	140,063	m³/jam			0,11	1
6.	Pengeboran Rotary untuk Consolidation Grouting	225,00	m	15	Bor Master	0,250	Jam		4,000	m/jam	0,47			1
					Pekerja	1,500	Jam		0,667	m/jam	2,81			3
					Casing Gip	0,100	m		10,000			0,19		1
					Bbm Water Pump	3,000	Liter		0,333			5,63		6
					Bbm Mesin Bor	5,000	Liter		0,200			9,38		10
					Water Pump	0,027	Jam		36,520	m/jam			0,05	1
					Mesin Bor	0,010	m		100,000				0,02	1
7.	Pengeboran Rotary untuk Sub-Curtain Grouting	675,00	m	30	Bor Master	0,250	Jam		4,000	m/jam	0,70			1
					Pekerja	1,500	Jam		0,667	m/jam	4,22			5
					Casing Gip	0,100	m		10,000			0,28		1
					Bbm Water Pump	3,000	Liter		0,333			8,44		9
					Bbm Mesin Bor	5,000	Liter		0,200			14,06		15
					Water Pump	0,027	Jam		36,520	m/jam			0,08	1
					Mesin Bor	0,010	m		100,000				0,03	1
8.	Pengeboran Rotary untuk Curtain Grouting	1125,00	m	30	Bor Master	0,250	Jam		4,000	m/jam	1,17			2
					Pekerja	1,500	Jam		0,667	m/jam	7,03			8
					Casing Gip	0,100	m		10,000			0,47		1
					Bbm Water Pump	3,000	Liter		0,333			14,06		15
					Bbm Mesin Bor	5,000	Liter		0,200			23,44		24
					Water Pump	0,027	Jam		36,520	m/jam			0,13	1
					Mesin Bor	0,010	m		100,000				0,05	1
9.	Pencampuran Bahan untuk Grouting	23,00	ton	15	Pembantu Tukang	2,825	Jam		0,354	ton/jam	0,54			1
					Tukang	2,825	Jam		0,354	ton/jam	0,54			1
					Mandor	0,470	Jam		2,128	ton/jam	0,09			1
					Semen	1059,750	Kg		0,001			203,12		204
					Agregat Halus	2331,450	Kg		0,000			446,86		447
					Air Compressor	0,100	Jam		9,960	ton/jam			0,02	1
10.	Beton Mutu K-175	351,76	m³	30	Pekerja	8,000	Jam		0,125	m³/jam	11,73			12
					Tukang	1,104	Jam		0,906	m³/jam	1,62			2
					Kepala Tukang	0,144	Jam		6,944	m³/jam	0,21			1
					Mandor	0,400	Jam		2,500	m³/jam	0,59			1
					Batu Pecah	1029,000	Jam		0,001			1508,15		1509
					Pasir Cor	760,000	Kg		0,001			1113,89		1114
					PC	326,000	Kg		0,003			477,80		478
					Air	215,000	Liter		0,005			315,11		316
					Alat Bantu	1,250	Set		0,800	m³/set			1,83	2
					Batching Plant	0,075	Jam		13,280	m³/jam			0,11	1
					Concrete Pump	0,100	Jam		9,960	m³/jam			0,15	1
					Concrete Vibrator	0,402	Jam		2,490	m³/jam			0,59	1
					Water Tanker	0,006	Jam	3000 - 4500 L	166,000	m³/jam			0,01	1
					Water Pump	0,027	Jam		36,520	m³/jam			0,32	1
					Dump Truck	0,012	Jam	12 m³	81,312	m³/jam			0,14	1

Lanjutan Tabel 4.7.
Analisa Kebutuhan Sumber Daya Pekerjaan Konstruksi *Main Dam* dan *Spillway* pada Bendungan Gondang

No.	Deskripsi Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Satuan	Durasi Pekerjaan Hari	Sumber Daya Terpakai	Koefisien	Satuan	Jenis Alat	Produktivitas		Jumlah Kebutuhan / hari			Kebutuhan
			Volume				Koefisien		Orang / Alat	Satuan	SDM (Orang)	Material	Alat (bh)	Sumber Daya
11.	Beton Mutu K-225	28023,86	m³	240	Pekerja	8,000	Jam		0,125	m³/jam	116,77			117
					Tukang	1,104	Jam		0,906	m³/jam	16,11			17
					Kepala Tukang	0,144	Jam		6,944	m³/jam	2,10			3
					Mandor	0,400	Jam		2,500	m³/jam	5,84			6
					Batu pecah	1047,000	kg		0,001			15281,76		15282
					Pasir cor	689,000	kg		0,001			10056,48		10057
					PC	371,000	kg		0,003			5415,03		5416
					Air	215,000	liter		0,005			3138,09		3139
					Alat bantu	1,250	set		0,800	m³/set			18,24	19
					Batching Plant	0,075	Jam		13,280	m³/jam			1,10	2
					Concrete Pump	0,100	Jam		9,960	m³/jam			1,47	2
					Concrete Vibrator	0,402	Jam		2,490	m³/jam			5,86	6
					Water Tanker	0,006	Jam	3000 - 4500 L	166,000	m³/jam			0,09	1
					Water Pump	0,027	Jam		36,520	m³/jam			0,40	1
					Dump Truck	0,012	Jam	12 m³	81,312	m³/jam			0,18	1
12.	Besi Tulangan Beton Ulir	2096730,47	kg	270	Pekerja	0,124	Jam		8,065	kg/jam	120,37			121
					Tukang	0,248	Jam		4,032	kg/jam	240,74			241
					Mandor	0,031	Jam		32,258	kg/jam	30,09			31
					Kepala Tukang	0,025	Jam		40,323	kg/jam	24,07			25
					Besi Beton Ulir	1,100	kg		0,909			1067,78		1068
13.	Bekisting Type Ekspose	17637,87	m²	90	Pekerja	2,000	Jam		0,500	m²/jam	48,99			49
					Tukang	4,800	Jam		0,208	m²/jam	117,59			118
					Mandor	0,096	Jam		10,417	m²/jam	2,35			3
					Kepala Tukang	0,480	Jam		2,083	m²/jam	11,76			12
					Paku 5 cm dan 7 cm	0,350	kg		2,857			8,57		9
					Multipleks 12 mm	0,350	lembar		2,857			8,57		9
					Dolken 8~10 cm	0,028	Jam		35,714			0,69		1
					Minyak bekisting	0,028	set		35,714			0,69		1
					Alat Bantu	0,500	set		2,000	m²/set			12,25	13
14.	Waterstop	437,00	m	15	Pekerja	0,550	Jam		1,818	m/jam	2,00			3
					Tukang	0,350	Jam		2,857	m/jam	1,27			2
					Mandor	0,003	Jam		333,333	m/jam	0,01			1
					Waterstop B = 320 mm	1,050	m		0,952			3,82		4
					Alat Bantu	0,100	Set		10,000	m/set			0,36	1
15.	Handrail Tepi Dinding Spillway	547,00	m	15	Pekerja	0,175	Jam		5,714	m/jam	0,80			1
					Tukang	0,350	Jam		2,857	m/jam	1,60			2
					Pipa Giv Medium	1,050	m		0,952			4,79		5
					Cat	0,007	kg		147,059			0,03		1
					Beton K-175	0,009	m³		111,111			0,04		1
					Tulangan Beton	1,154	kg		0,867			5,26		6
16.	Weep Hole	300,00	bh	15	Pekerja	0,175	Jam		5,714	bh/jam	0,44			1
					Tukang	0,350	Jam		2,857	bh/jam	0,88			1
					Pipa Pvc diameter 100 mm	0,500	m		2,000			1,25		2
					Ijuk	0,300	kg		3,333			0,75		1
					Kerikil	0,045	m³		22,222			0,11		1
					Alat Bantu	0,100	set		10,000				0,25	1
17.	Collector Drain	499,64	m	15	Pekerja	0,175	Jam		5,714	m/jam	0,73			1
					Tukang	0,350	Jam		2,857	m/jam	1,46			2
					Pipa Pvc diameter 75 mm	1,100	m		0,909			4,58		5
					Geotextil	2,783	m²		0,359			11,59		12
					Kerikil	0,330	m³		3,030			1,37		2
					Alat Bantu	0,100	set		10,000				0,42	1

Lanjutan Tabel 4.7.
Analisa Kebutuhan Sumber Daya Pekerjaan Konstruksi *Main Dam* dan *Spillway* pada Bendungan Gondang

No.	Deskripsi Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Satuan	Durasi Pekerjaan Hari	Sumber Daya Terpakai	Koefisien	Satuan	Jenis Alat	Produktivitas		Jumlah Kebutuhan / hari			Kebutuhan
			Volume				Koefisien		Orang / Alat	Satuan	SDM (Orang)	Material	Alat (bh)	Sumber Daya
18.	Dowel Bar	212,00	bh	15	Pekerja	0,124	Jam		8,065	bh/jam	0,22			1
					Tukang	0,248	Jam		4,032	bh/jam	0,44			1
					Mandor	0,031	Jam		32,258	bh/jam	0,05			1
					Besi Beton Ulir diameter 22 mm	4,921	kg		0,203			8,69		9
					Pipa Pvc	0,300	m		3,333			0,53		1
					Bar Bender	0,020	set		50,000				0,04	1
19.	Joint Sealant	1620,67	m	15	Pekerja	2,450	Jam		0,408	m/jam	33,09			34
					Tukang	1,190	Jam		0,840	m/jam	16,07			17
					Mandor	0,140	Jam		7,143	m/jam	1,89			2
					Mortar Mutu K-175	0,005	m³		200,000			0,07		1
					Alat Bantu	1,000	set		1,000				13,51	14
20.	Pasangan Batu 1 : 4	750,00	m³	30	Pekerja	8,220	Jam		0,122	m³/jam	25,69			26
					Tukang	2,740	Jam		0,365	m³/jam	8,56			9
					Mandor	1,074	Jam		0,931	m³/jam	3,36			4
					PC	163,000	kg		0,006			509,38		510
					Batu belah	1,200	m³		0,833			3,75		4
					Pasir Pasang	0,520	m³		1,923			1,63		2
					Concrete Mixer	0,080	Jam	0,3-0,6 M3	12,450	m³/jam			0,25	1
21.	Plesteran 1 : 3	216,50	m³	30	Pekerja	2,450	Jam		0,408	m³/jam	2,21			3
					Tukang	1,190	Jam		0,840	m³/jam	1,07			2
					Mandor	0,140	Jam		7,143	m³/jam	0,13			1
					PC	10,470	kg		0,096			9,44		10
					Pasir Pasang	0,015	m³		66,667			0,01		1
					Alat Bantu	0,100	set		10,000	m³/set			0,09	1
22.	Siaran 1 : 2	176,50	m²	15	Pekerja	2,520	Jam		0,397	m²/jam	3,71			4
					Tukang	0,840	Jam		1,190	m²/jam	1,24			2
					Mandor	0,126	Jam		7,937	m²/jam	0,19			1
					PC	4,040	kg		0,248			5,94		6
					Pasir Pasang	0,010	m²		103,093			0,01		1
					Alat bantu	0,010	set		100,000	m²/set			0,01	1
23.	Beton Mutu K-225 untuk Jembatan Penghubung	1473,00	m³	75	Pekerja	8,000	Jam		0,125	m³/jam	19,64			20
					Tukang	1,104	Jam		0,906	m³/jam	2,71			3
					Kepala Tukang	0,144	Jam		6,944	m³/jam	0,35			1
					Mandor	0,400	Jam		2,500	m³/jam	0,98			1
					Batu pecah	1047,000	kg		0,001			2570,39		2571
					Pasir cor	689,000	kg		0,001			1691,50		1692
					PC	371,000	kg		0,003			910,81		911
					Air	215,000	liter		0,005			527,83		528
					Alat bantu	1,250	set		0,800	m³/set			3,07	4
					Batching Plant	0,075	Jam		13,280	m³/jam			0,18	1
					Concrete Pump	0,100	Jam		9,960	m³/jam			0,25	1
					Concrete Vibrator	0,402	Jam		2,490	m³/jam			0,99	1
					Water Tanker	0,006	Jam	3000 - 4500 L	166,000	m³/jam			0,01	1
					Water Pump	0,027	Jam		36,520	m³/jam			0,07	1
					Dump Truck	0,012	Jam	12 m³	81,312	m³/jam			0,03	1
24.	Besi Tulangan Beton Ulir untuk Jembatan Penghubung	162043,00	kg	90	Pekerja	0,124	Jam		8,065	kg/jam	27,91			28
					Tukang	0,248	Jam		4,032	kg/jam	55,81			56
					Mandor	0,031	Jam		32,258	kg/jam	6,98			7
					Besi Beton Ulir	1,100	kg		0,909			247,57		248
25.	Handrail Jembatan	118,00	m	15	Pekerja	0,175	Jam		5,714	m/jam	0,17			1
					Tukang	0,350	Jam		2,857	m/jam	0,34			1
					Pipa Giv Medium	1,050	m		0,952			1,03		2
					Cat	0,007	kg		147,059			0,01		1
					Beton K-175	0,009	m³		111,111			0,01		1
					Tulangan Beton	1,154	kg		0,867			1,13		2

Lanjutan Tabel 4.7.
Analisa Kebutuhan Sumber Daya Pekerjaan Konstruksi *Main Dam* dan *Spillway* pada Bendungan Gondang

No.	Deskripsi Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Satuan	Durasi Pekerjaan	Sumber Daya Terpakai	Koefisien	Satuan	Jenis Alat	Produktivitas		Jumlah Kebutuhan / hari			Kebutuhan
			Volume	Hari			Koefisien		Orang / Alat	Satuan	SDM (Orang)	Material	Alat (bh)	Sumber Daya
26.	Bekisting Type Ekspose untuk Jembatan Penghubung	32,00	m ²	15	Pekerja	2,000	Jam		0,500	m ² /jam	0,53			1
					Tukang	4,800	Jam		0,208	m ² /jam	1,28			2
					Mandor	0,096	Jam		10,417	m ² /jam	0,03			1
					Paku 5 cm dan 7 cm	0,350	kg		2,857			0,09		1
					Multipleks 12 mm	0,350	lembar		2,857			0,09		1
					Dolken 8~10 cm	0,028	m ³		35,714			0,01		1
					Minyak bekisting	0,028	set		35,714			0,01		1
					Alat Bantu	0,500	set		2,000				0,13	1
27.	Perancah untuk Pekerjaan Bangunan Atas	2	m ³	15	Pekerja	2	Jam		0,500	m ³ /jam	0,03			1
					Tukang Kayu	4,8	Jam		0,208	m ³ /jam	0,08			1
					Kepala Tukang	0,48	Jam		2,083	m ³ /jam	0,01			1
					Mandor	0,96	Jam		1,042			0,02		1
					Kayu Kelas 4 ukuran 5/7 - 4 m	0,1	m ³		10,000			0,00		1
					Paku 5 cm dan 7 cm	0,35	Kg		2,857			0,01		1
					Alat Bantu	0,5	Set		2,000				0,01	1

Sumber: Data Perhitungan (2018).

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

4.4. Penjadwalan Proyek dengan Program Microsoft Project Manager 2016

4.4.1. Penyusunan Jaringan Kerja (*Network Planning*)

Penyusunan jaringan kerja (*Network Planning*) memiliki fungsi untuk menjelaskan atau menunjukkan adanya hubungan dan keterkaitan antara satu pekerjaan dengan pekerjaan lainnya sesuai dengan analisa yang sudah dilakukan.

Data-data yang dibutuhkan dalam penyusunan jaringan kerja (*network planning*) sebagai berikut:

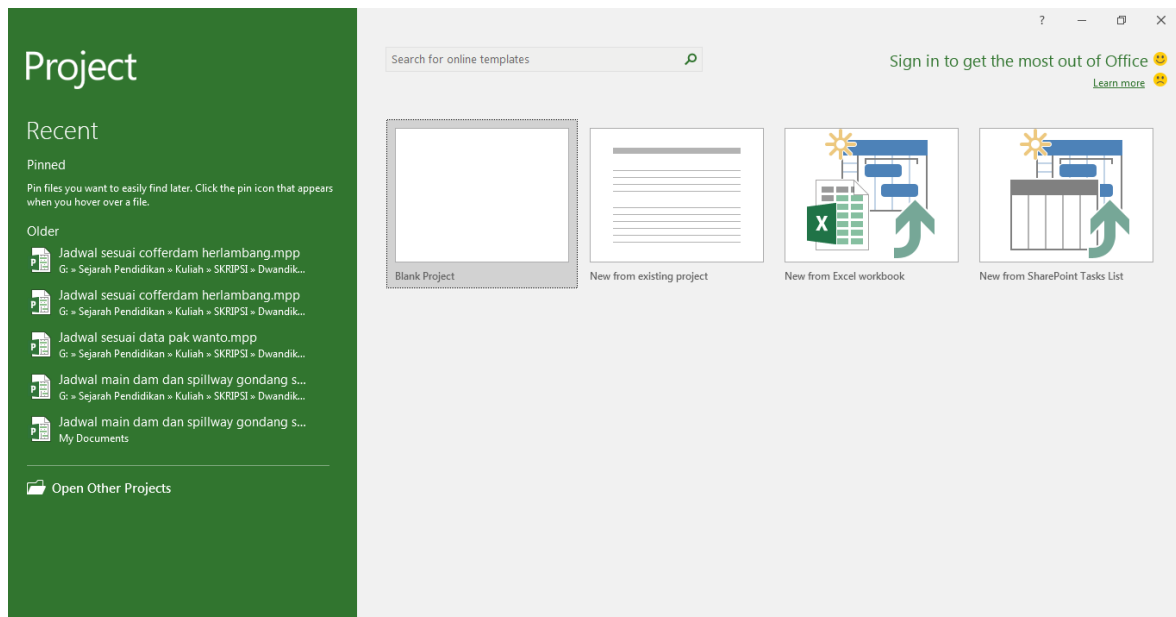
- Jenis pekerjaan
- Estimasi durasi pekerjaan
- Logika ketergantungan pekerjaan
- Kebutuhan sumber daya

Langkah-langkah untuk merencanakan jadwal menggunakan *microsoft project manager 2016* adalah sebagai berikut:

1. Mulai dengan membuka Program *Microsoft Project Manager 2016*

Pilih menu *Start – All Program – Microsoft Office – Microsoft Project Manager 2016*

2. Pilih *Blank Project* atau lembar kerja baru



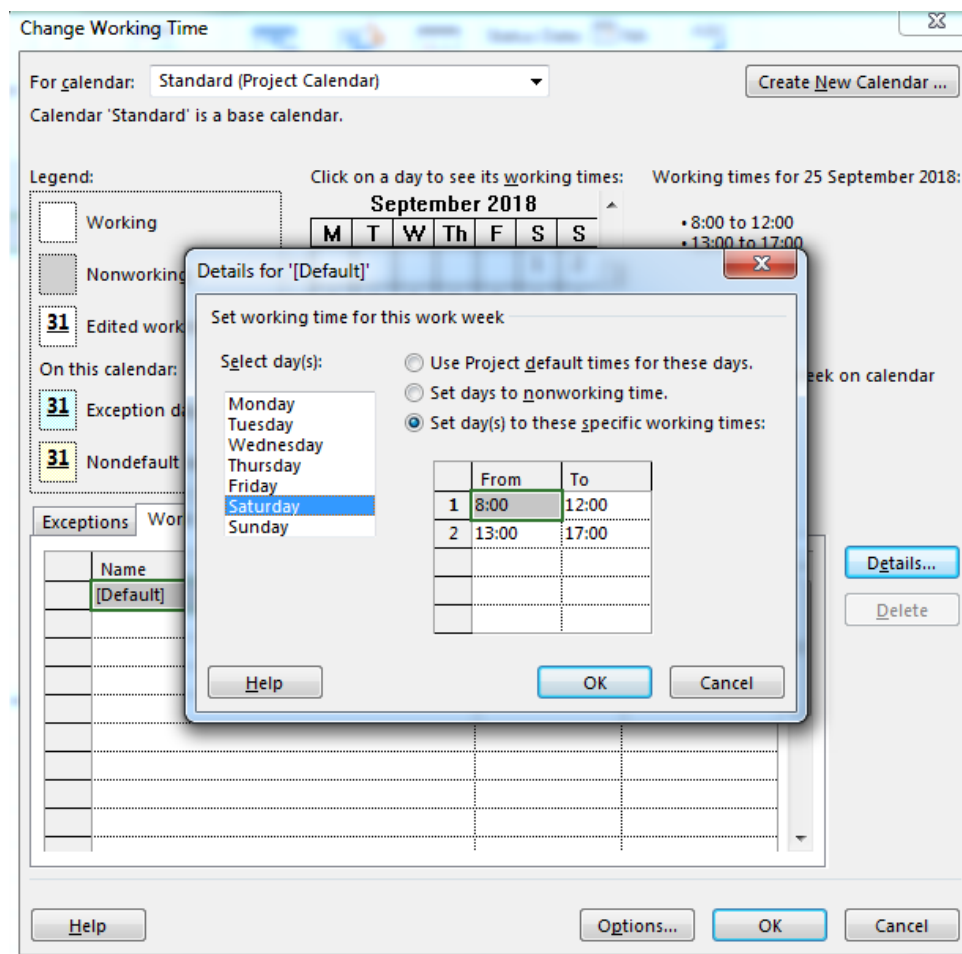
Gambar 4.9. Tampilan Lembar Kerja Baru

3. Menentukan kalender kerja

Pada *Microsoft Project Manager 2016* secara *default* jumlah hari kerja dalam satu minggu adalah senin sampai jumat (5 hari) dan jam kerja setiap hari adalah 8 jam kerja. Untuk menyesuaikan hari kerja dan jam kerja dengan proyek bendungan gondang maka dilakukan seperti berikut:

- a. Pilih menu *Project – Change Working Time*;

- b. Pilih tab *Work Weeks – Detail*
- c. Pada *select day(s)*, pilih *Saturday*, setelah itu pilih *set day(s) these specific working times*;
- d. Menentukan jam kerja pada kolom *From*: 08.00 *To*: 12.00 dan *From*: 13.00 *To*: 17.00 (secara penentuan jam kerja maka ditentukan pada jam 12.00 – 13.00 merupakan jam istirahat);
- e. Selanjutnya *select day(s)* pilih *Sunday*, dan dilakukan perubahan sama seperti *Saturday*;
- f. Pilih tombol *OK*



Gambar 4.10. Penyusunan Kalender Kerja Proyek

4. Menentukan tanggal dimulainya proyek

Pada program *Microsoft Project Manager 2016* secara otomatis tanggal dimulainya suatu proyek akan sama dengan saat membuka program tersebut, sehingga perlu dilakukan perubahan tanggal sesuai dengan yang sudah direncanakan. Tahapannya sebagai berikut:

- a. Pilih menu *Project – Project Information*;

- b. Pada kotak dialog *Start Date* dan *Current Date* diisi tanggal dimulainya proyek.
(Pada Pelaksanaan *Main Dam* dan *Spillway* Bendungan Gondang dimulai tanggal 2 Desember 2014);
- c. Pilih *Project Start Date* pada kotak dialog *Schedule Form*;
- d. Klik tombol *OK*

Project Information for 'Perencanaan Jadwal belum dioptimasi'

Start date: Tue 02/12/14 Current date: Sat 10/11/18

Finish date: Fri 01/09/17 Status date: NA

Schedule from: Project Start Date Calendar: Standard

All tasks begin as soon as possible. Priority: 500

Enterprise Custom Fields

Department:

Custom Field Name	Value

Help Statistics... OK Cancel

Gambar 4.11. Penentuan Tanggal Dimulainya Proyek.

5. Menentukan setiap kegiatan (uraian pekerjaan) dengan mengisi pada kolom *Task Name*
6. Pengelompokan pekerjaan

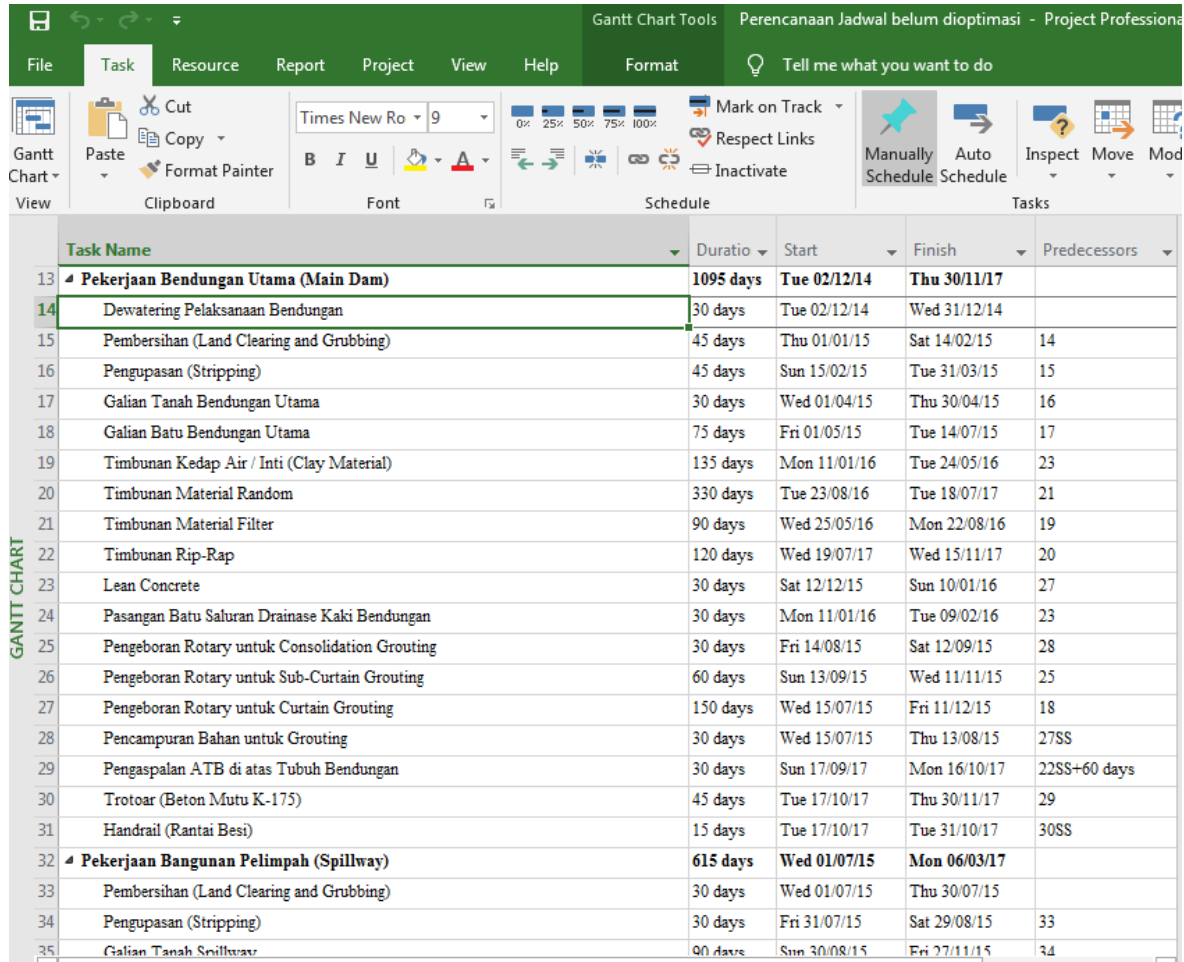
Dalam studi ini pengelompokan dibagi atas 2 bagian yaitu pekerjaan yang terkait pada pelaksanaan konstruksi *main dam* dan pekerjaan yang terkait pada pelaksanaan *spillway* pada Bendungan Gondang. Istilah dalam program *Microsoft Project Manager 2016* disebut *summary*, kemudian breakdown menjadi beberapa pekerjaan disebut *sub-task*.

7. Menentukan durasi setiap pekerjaan dengan mengisi pada kolom *Duration*.
8. Menentukan hubungan setiap pekerjaan.

Untuk menentukan hubungan setiap pekerjaan menggunakan predecessor. Salah satu contohnya sebagai berikut:

- a. Pekerjaan galian batu (baris 18) dilaksanakan setelah pekerjaan galian tanah selesai (baris 17). Disini menggunakan predecessor (*Finish to Start*), maka pada kolom predecessor galian batu diisi 17FS

- b. Pekerjaan pencampuran bahan *grouting* (baris 28) dilaksanakan bersamaan dengan pekerjaan pengeboran rotary untuk *curtain grouting* (baris 27). Disini menggunakan *prodecessor* (*Start to Start*), maka pada kolom *prodecessor* pencampuran bahan *grouting* diisi 27FS



Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors
13 Pekerjaan Bendungan Utama (Main Dam)	1095 days	Tue 02/12/14	Thu 30/11/17	
14 Dewatering Pelaksanaan Bendungan	30 days	Tue 02/12/14	Wed 31/12/14	
15 Pembersihan (Land Clearing and Grubbing)	45 days	Thu 01/01/15	Sat 14/02/15	14
16 Pengupasan (Stripping)	45 days	Sun 15/02/15	Tue 31/03/15	15
17 Galian Tanah Bendungan Utama	30 days	Wed 01/04/15	Thu 30/04/15	16
18 Galian Batu Bendungan Utama	75 days	Fri 01/05/15	Tue 14/07/15	17
19 Timbunan Kedap Air / Inti (Clay Material)	135 days	Mon 11/01/16	Tue 24/05/16	23
20 Timbunan Material Random	330 days	Tue 23/08/16	Tue 18/07/17	21
21 Timbunan Material Filter	90 days	Wed 25/05/16	Mon 22/08/16	19
22 Timbunan Rip-Rap	120 days	Wed 19/07/17	Wed 15/11/17	20
23 Lean Concrete	30 days	Sat 12/12/15	Sun 10/01/16	27
24 Pasangan Batu Saluran Drainase Kaki Bendungan	30 days	Mon 11/01/16	Tue 09/02/16	23
25 Pengeboran Rotary untuk Consolidation Grouting	30 days	Fri 14/08/15	Sat 12/09/15	28
26 Pengeboran Rotary untuk Sub-Curtain Grouting	60 days	Sun 13/09/15	Wed 11/11/15	25
27 Pengeboran Rotary untuk Curtain Grouting	150 days	Wed 15/07/15	Fri 11/12/15	18
28 Pencampuran Bahan untuk Grouting	30 days	Wed 15/07/15	Thu 13/08/15	27SS
29 Pengaspalan ATB di atas Tubuh Bendungan	30 days	Sun 17/09/17	Mon 16/10/17	22SS+60 days
30 Trotoar (Beton Mutu K-175)	45 days	Tue 17/10/17	Thu 30/11/17	29
31 Handrail (Rantai Besi)	15 days	Tue 17/10/17	Tue 31/10/17	30SS
32 Pekerjaan Bangunan Pelimpah (Spillway)	615 days	Wed 01/07/15	Mon 06/03/17	
33 Pembersihan (Land Clearing and Grubbing)	30 days	Wed 01/07/15	Thu 30/07/15	
34 Pengupasan (Stripping)	30 days	Fri 31/07/15	Sat 29/08/15	33
35 Galian Tanah Spillway	90 days	Sun 30/08/15	Fri 27/11/15	34

Gambar 4.12. Penyusunan Jaringan Kerja

9. Memasukkan sumber daya yang dibutuhkan dalam pelaksanaan proyek

Pilih menu *View – Resource Sheet*

- Resource Name*, bagian ini digunakan untuk mengisi sumber daya yang dibutuhkan baik sumber daya manusia, alat, maupun material.
- Type*, bagian ini digunakan untuk mengisi satuan *resource* yang bertipe material.
- Max Units*, bagian ini digunakan untuk dapat menentukan jumlah maksimal sumber daya yang digunakan pada pelaksanaan proyek.
- Std Rate*, bagian ini digunakan untuk mengisi harga satuan untuk masing-masing *resource*
- Cost/Use*, bagian ini dikhususkan untuk *resource* yang bersifat borongan.
- Accrue At*, bagian ini menunjukkan pilihan cara pembayaran

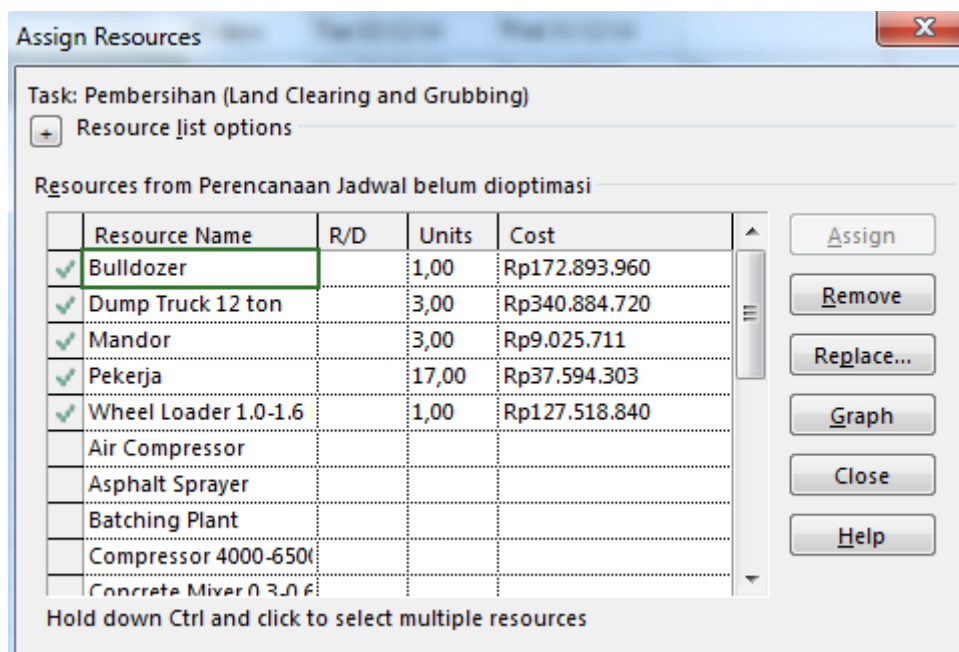
- *Start* yaitu pembayaran dilakukan di awal
- *End* yaitu pembayaran dilakukan di akhir
- *Prorate* yaitu pembayaran didasarkan persentase penyelesaian pekerjaan

Resource Name	Type	Material	Initials	Group	Max.	Std. Rate	Ovt.	Cost/Use	Accrue	Base	Code	Add Ne
1 Pekerja	Work		P		100%	Rp6.143/hr	Rp0/hr	Rp0	End	Standard		
2 Mandor	Work		M		100%	Rp8.357/hr	Rp0/hr	Rp0	End	Standard		
3 Tukang	Work		T		100%	Rp7.929/hr	Rp0/hr	Rp0	End	Standard		
4 Kepala Tukang	Work		K		100%	Rp8.786/hr	Rp0/hr	Rp0	End	Standard		
5 Bulldozer	Work		B		100%	Rp480.261/hr	Rp0/hr	Rp0	End	Standard		
6 Excavator 80-140 Hp	Work		E		100%	Rp430.800/hr	Rp0/hr	Rp0	End	Standard		
7 Excavator with Hydraulic Rock Breaker	Work		E		100%	Rp480.235/hr	Rp0/hr	Rp0	End	Standard		
8 Dump Truck 12 ton	Work		D		100%	Rp315.634/hr	Rp0/hr	Rp0	End	Standard		
9 Motor Grader > 100 Hp	Work		M		100%	Rp380.889/hr	Rp0/hr	Rp0	End	Standard		
10 Water Tanker 3000 - 4500 L	Work		W		100%	Rp232.159/hr	Rp0/hr	Rp0	End	Standard		
11 Vibratory Roller 5-8 T w/ Sheep foot	Work		V		100%	Rp263.098/hr	Rp0/hr	Rp0	End	Standard		
12 Wheel Loader 1.0-1.6 M3	Work		W		100%	Rp354.219/hr	Rp0/hr	Rp0	End	Standard		
13 Three Wheel Roller 6-8 T	Work		T		100%	Rp171.174/hr	Rp0/hr	Rp0	End	Standard		
14 Asphalt Sprayer	Work		A		100%	Rp69.981/hr	Rp0/hr	Rp0	End	Standard		
15 Air Compressor	Work		A		100%	Rp119.470/hr	Rp0/hr	Rp0	End	Standard		
16 Compressor 4000-6500	Work		C		100%	Rp182.868/hr	Rp0/hr	Rp0	End	Standard		
17 Batching Plant	Work		B		100%	Rp964.843/hr	Rp0/hr	Rp0	End	Standard		
18 Water Pump	Work		W		100%	Rp36.772/hr	Rp0/hr	Rp0	End	Standard		
19 Concrete Mixer 0,3-0,6 M3	Work		C		100%	Rp52.635/hr	Rp0/hr	Rp0	End	Standard		
20 Concrete Vibrator	Work		C		100%	Rp43.833/hr	Rp0/hr	Rp0	End	Standard		
21 Concrete Pump	Work		C		100%	Rp235.550/hr	Rp0/hr	Rp0	End	Standard		

Gambar 4.13. Sumber Daya yang Dibutuhkan Selama Proyek

10. Menentukan jenis sumber daya yang dibutuhkan untuk masing-masing pekerjaan

- Pilih jenis pekerjaan yang ada pada kolom *Task Name*;
- Pilih menu *Resource* lalu *Assign Resource*;
- Pilih sumber daya yang dibutuhkan pada kolom *Resource Name*;
- Input* jumlah kebutuhan sumber daya pada kolom *Units*;
- Klik tombol *Assign*.



Gambar 4.14. Penetapan Sumber Daya yang Dibutuhkan

4.4.2. Optimasi Jadwal Proyek

Optimasi jadwal proyek digunakan dengan tujuan untuk dapat mengkaji serta mengevaluasi kebutuhan sumber daya dan lama waktu pekerjaan yang dibutuhkan jaringan kerja yang sudah dibuat. Dalam studi ini optimasi dilakukan terhadap penggunaan sumber daya manusia dan alat berat, sehingga jumlah yang digunakan harus seefisien mungkin dan tidak mengalami fluktuasi yang tinggi dari waktu ke waktu.

Dalam melakukan proses optimasi dapat dilakukan secara *automatically* dan manual. Cara *automatically* yang dimaksudkan adalah dengan penggunaan *resources levelling* pada *Microsoft Project Manager 2016*, dimana *resources levelling* ini berfungsi untuk mengatur jumlah kebutuhan sumber daya agar tidak mengalami *overlocated*. *Resources levelling* dapat dilakukan dengan memilih menu *Tools > Level Resources*. Sedangkan cara manual yang dimaksudkan adalah dengan mengkaji kembali/merubah durasi pekerjaan dan hubungan ketergantungan pekerjaan. Berikut akan dijabarkan penggunaan sumber daya sebelum dan setelah dilakukan optimasi.

Tabel 4.8.

Estimasi Durasi Pekerjaan dan Logika Ketergantungan Pekerjaan Setelah Optimasi

No.	Uraian Pekerjaan	Durasi	Kode	Pekerjaan Pendahu lu (Predecessor)	Jenis Hubunga n
		Hari	Pekerjaan		
	Pekerjaan Persiapan				
1.	Mobilisasi dan Demobilisasi	30	I.1	-	-
2.	Penyediaan Air Bersih	30	I.2	I.1	SS
3.	Penyediaan Sarana Listrik	30	I.3	I.1	SS
4.	Penyediaan Sarana Telekomunikasi	30	I.4	I.1	SS
5.	Quality Control	30	I.5	I.1	SS
6.	Dokumentasi Foto dan Film Kemajuan Pekerjaan	1095	I.6	-	-
7.	Pembuatan Laporan Pelaksanaan Pekerjaan	1095	I.7	I.6	SS
8.	Survey Pengukuran	1095	I.8	I.6	SS
9.	Pengamanan dan Pelaksanaan K3	1095	I.9	-	-
10.	Pencegahan HIV AIDS	1095	I.10	-	-
11.	Monitoring Lingkungan	1095	I.11	I.6	SS
	Pekerjaan Bendungan Utama (Main Dam)				
1.	Dewatering Pelaksanaan Bendungan	30	II.1	-	-
2.	Pembersihan (Land Clearing and Grubbing)	45	II.2	II.1	FS
3.	Pengupasan (Stripping)	45	II.3	II.2	FS
4.	Galian Tanah Bendungan Utama	30	II.4	II.3	FS
5.	Galian Batu Bendungan Utama	75	II.5	II.4	FS
6.	Timbunan Kedap Air / Inti (Clay Material)	150	II.6	II.10	FS
7.	Timbunan Material Random	360	II.7	II.8	FS
8.	Timbunan Material Filter	90	II.8	II.6	FS
9.	Timbunan Rip-Rap	120	II.9	II.7	FS
10.	Lean Concrete	30	II.10	II.14	FS
11.	Pasangan Batu Saluran Drainase Kaki Bendungan	90	II.11	II.8	FF
12.	Pengeboran Rotary untuk Consolidation Grouting	45	II.12	II.13	FS
13.	Pengeboran Rotary untuk Sub-Curtain Grouting	75	II.13	II.13	SS+30
14.	Pengeboran Rotary untuk Curtain Grouting	150	II.14	II.15	SS+15

Lanjutan Tabel 4.8.

Estimasi Durasi Pekerjaan dan Logika Ketergantungan Pekerjaan Setelah Optimasi

No.	Uraian Pekerjaan	Durasi	Kode	Pekerjaan Pendahulu (Predecessor)	Jenis Hubungan
		Hari	Pekerjaan		
15.	Pencampuran Bahan untuk Grouting	30	II.15	II.5	FS
16.	Pengaspalan ATB di atas Tubuh Bendungan	30	II.16	II.9	SS+60
17.	Trotoar (Beton Mutu K-175)	45	II.17	II.16	FS
18.	Handrail (Rantai Besi)	15	II.18	II.17	FF
Pekerjaan Bangunan Pelimpah (Spillway)					
1.	Pembersihan (Land Clearing and Grubbing)	30	III.1	-	-
2.	Pengupasan (Stripping)	30	III.2	III.1	FS
3.	Galian Tanah Spillway	90	III.3	III.2	FS
4.	Galian Batu Spillway	270	III.4	III.3	FS
5.	Timbunan Tanah Kembali	90	III.5	III.7	FS
6.	Pengeboran Rotary untuk Consolidation Grouting	15	III.6	III.4	FS
7.	Pengeboran Rotary untuk Sub-Curtain Grouting	30	III.7	III.6	FS
8.	Pengeboran Rotary untuk Curtain Grouting	30	III.8	III.6	FS
9.	Pencampuran Bahan untuk Grouting	15	III.9	III.6	FS
10.	Beton Mutu K-175	30	III.10	III.5	FF
11.	Beton Mutu K-225	240	III.11	III.13	FS
12.	Besi Tulangan Beton Ulir	330	III.12	III.11	FF
13.	Bekisting tipe ekspose	90	III.13	III.10	FS
14.	Waterstop	15	III.14	III.13	FF
15.	Handraill tepi dinding spillway.	15	III.15	III.16	FS
16.	Weep Hole	15	III.16	III.14	FS
17.	Collector Drain	15	III.17	III.15	SS
18.	Dowel Bar	15	III.18	III.12	SS
19.	Joint Sealant	60	III.19	III.18	FS
20.	Pasangan Batu 1 : 4	90	III.20	III.11	FS
21.	Plesteran 1 : 3	30	III.21	III.20	SS
22.	Siaran 1 : 2	15	III.22	III.21	FF
23.	Beton K-225 untuk Jembatan Penghubung	45	III.23	III.24	FS
24.	Besi Tulangan Beton Ulir untuk Jembatan Penghubung	45	III.24	III.20	SS+30
25.	Handraill Jembatan	15	III.25	III.27	FS
26.	Bekisting tipe ekspose	15	III.26	III.24	FS
27.	Perancah untuk Pekerjaan Bangunan Atas	15	III.27	III.24	FF

Sumber: Data Perhitungan (2018).

Tabel 4.9.

Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan Konstruksi *Main Dam* dan *Spillway* pada Bendungan Gondang

NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
1.	Pekerjaan Persiapan				
1.	Mobilisasi dan Demobilisasi	LS	1,00	644.600.000,00	644.600.000,00
2.	Penyediaan Air Bersih	LS	1,00	67.813.939,00	67.813.939,00
3.	Penyediaan Sarana Listrik	LS	1,00	534.172.779,00	534.172.779,00
4.	Penyediaan Sarana Telekomunikasi	LS	1,00	120.048.500,00	120.048.500,00
5.	Quality Control	LS	1,00	533.436.419,00	533.436.419,00
6.	Dokumentasi Foto dan Film Kemajuan Pekerjaan	LS	1,00	192.418.875,00	192.418.875,00
7.	Pembuatan Laporan Pelaksanaan Pekerjaan	LS	1,00	220.692.505,00	220.692.505,00
8.	Survey Pengukuran	LS	1,00	632.384.296,00	632.384.296,00
9.	Pengamanan dan Pelaksanaan K3	LS	1,00	671.341.458,00	671.341.458,00
10.	Pencegahan HIV AIDS	LS	1,00	440.445.500,00	440.445.500,00
11.	Monitoring Lingkungan	LS	1,00	274.023.750,00	274.023.750,00
	Sub Total 1				4.331.378.021,00
2.	Pekerjaan Bendungan Utama				
A	Tubuh Bendungan				
1	Dewatering Pelaksanaan Bendungan	LS	0,1	255.178.907,00	25.517.890,70
2	Land Clearing dan Grubbing	m ²	60389	6.890,00	416.080.210,00
3	Pengupasan (stripping)	m ²	60389	8.402,00	507.388.378,00
4	Galian tanah	m ³	14022	22.660,00	317.735.216,00
5	Galian batu	m ³	79457	63.987,00	5.084.226.177,22
6	Timbunan Material Kedap Air (Inti)	m ³	428882	29.599,00	12.694.465.294,44
7	Timbunan Material Random	m ³	2079728	26.814,00	55.765.824.446,88
8	Timbunan Material Filter	m ³	252631	218.077,00	55.092.923.356,20
9	Rip-rap	m ³	96050	271.250,00	26.053.443.150,00
10	Lean concrete	m ³	185	1.038.443,00	192.111.955,00
11	Bangunan V-Noth	unit	1	64.100.952,00	64.100.952,00
12	Pasangan Batu Saluran Drainase kaki bendungan	m ³	1332	699.650,00	931.921.157,04
	Sub Total 2A				157.145.738.183,48
B	Treatment Pondasi Bendungan				
1	Pengeboran rotary untuk consolidation grouting	m'	3345	666.778,00	2.230.372.410,00
2	Pengeboran rotary untuk sub-curtain grouting	m'	10035	675.262,00	6.776.254.170,00
3	Pengeboran rotary untuk curtain grouting	m'	21715	684.433,00	14.862.462.595,00
4	Water presure tes untuk curtain grouting	test	2020	321.794,00	650.023.880,00
5	Water presure tes untuk sub-curtain grouting dan consolidation grouting	test	2020	321.794,00	650.023.880,00

Lanjutan Tabel 4.9.

Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan Konstruksi *Main Dam* dan *Spillway* pada Bendungan Gondang

NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
				(Rp.)	(Rp.)
	6 Pencampuran bahan untuk grouting				
	Material untuk grouting	ton	51	1.708.894,00	87.153.594,00
	Slush grouting	ton	118	1.708.894,00	201.649.492,00
	Rim grouting	ton	2	1.708.894,00	3.417.788,00
	Sub Total 2B				25.461.357.809,00
C	Perkerasan pada Puncak Bendungan				
	1 Pengaspalan ATB diatas tubuh bendungan				
	a. Lapisan Penetrasi / ATB	m ³	450	126.163,00	56.773.350,00
	b. Prime coat	m ²	4800	29.611,00	142.132.800,00
	c. Base Course/LPA	m ³	1620	246.266,00	398.950.920,00
	d. Sub-Base Course/LPB	m ³	1800	160.466,00	288.838.800,00
	2 Hand rail (rantai besi)	m	1200	142.127,00	170.552.400,00
	3 Patok Pengaman (Patok pengaman)	bh	46	94.828,00	4.362.088,00
	4 Trotoar (beton K-175)	m ³	486	1.162.639,00	565.042.554,00
	Sub Total 2C				1.626.652.912,00
	Sub Total 2				184.233.748.904,48
3.	Pekerjaan Bangunan Pelimpah				
A	Pekerjaan Tanah				
	1 Land Clearing dan Grubbing	m ²	21052	6.890,00	145.048.280,00
	2 Pengupasan (stripping)	m ²	21052	8.402,00	176.878.904,00
	3 Galian tanah	m ³	218585	22.660,00	4.953.134.757,47
	4 Galian batu	m ³	1238648	64.371,00	79.733.010.253,68
	5 Timbunan Tanah kembali	m ³	5408	13.359,00	72.250.009,72
	Sub Total 3A				85.080.322.204,87
B	Pekerjaan Grouting				
	1 Pengeboran rotary untuk consolidation grouting	m'	225	666.778,00	150.025.050,00
	2 Pengeboran rotary untuk sub-curtain grouting	m'	675	675.262,00	455.801.850,00
	3 Pemboran rotary untuk curtain grouting	m'	1125	684.433,00	769.987.125,00
	4 Water presure tes untuk curtain grouting.	test	46	321.794,00	14.802.524,00
	5 Water presure tes untuk sub-curtain grouting dan consolidation grouting	test	40	321.794,00	12.871.760,00
	6 Pencampuran bahan untuk grouting				
	Material untuk grouting	ton	3	1.708.894,00	5.126.682,00
	Slush grouting	ton	9	1.708.894,00	15.380.046,00
	Contact grouting	ton	11	1.708.894,00	18.797.834,00
	Sub Total 3B				1.442.792.871,00

Lanjutan Tabel 4.9.

Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan Konstruksi *Main Dam* dan *Spillway* pada Bendungan Gondang

NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
				(Rp.)	(Rp.)
C	Pekerjaan Beton				
1	Beton K-175	m ³	352	1.162.639,00	408.964.999,93
2	Beton K-225	m ³	28024	1.221.329,00	34.226.350.540,56
3	Besi Tulangan Beton ulir	kg	2096730	20.686,00	43.372.966.461,05
4	Bekisting tipe ekspose	m ²	17638	175.452,00	3.094.599.111,06
5	Waterstop	m	437	53.763,00	23.494.431,00
6	Handraill tepi dinding spillway.	m	547	142.127,00	77.743.469,00
7	Weep hole Type 1	bh	300	35.713,00	10.713.900,00
8	Collector Drain type 2	m	500	143.607,00	71.751.801,48
9	Dowel Bar	bh	212	83.252,00	17.649.424,00
10	Joint sealant	m	1621	35.128,00	56.930.895,76
	Sub Total 3C				81.930.010.964,70
D	Pekerjaan Pasangan				
1	Pasangan Batu 1 : 4	m ³	750,0	481.850,00	361.387.500,00
2	Plesteran 1 : 3	m ³	217	51.565,00	11.163.822,50
3	Siaran 1:2	m ²	177	34.748,00	6.133.022,00
	Sub Total 3D				378.684.344,50
E	Jembatan Penghubung				
1	Beton K 225	m ³	1473	1.221.329,00	1.799.017.617,00
2	Besi Tulangan Beton ulir	kg	162043	20.686,00	3.352.021.498,00
3	Handraill jembatan.	m	118	142.127,00	16.770.986,00
4	Elastomeric Bearing pad	buah	6	2.500.000,00	15.000.000,00
5	Pipa drainase PVC ø 10 cm	m	72	35.713,00	2.571.336,00
6	Bekisting tipe ekspose	m ²	32	169.568,00	5.426.176,00
7	Perancah untuk pekerjaan struktur bangunan atas.	m ³	2	154.183,00	308.366,00
	Sub Total 3E				5.191.115.979,00
	Sub Total 3				173.350.299.221,43
	Total Anggaran Keseluruhan				361.915.426.146,91

Sumber: Data Perhitungan (2018).

Tabel 4.10.
Analisa Kebutuhan Sumber Daya Pekerjaan Konstruksi *Main Dam* dan *Spillway* pada Bendungan Gondang Setelah Optimasi

No.	Deskripsi Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Satuan	Durasi Pekerjaan	Sumber Daya Terpakai	Koefisien	Satuan	Jenis Alat	Produktivitas		Jumlah Kebutuhan / hari			Kebutuhan
			Volume	Hari			Koefisien		Orang / Alat	Satuan	SDM (Orang)	Material	Alat (bh)	Sumber Daya
Bendungan Utama (Main Dam)														
1.	Pembersihan (Land Clearing and Grubbing)	60389,00	m²	45	Pekerja	0,101	Jam		9,921	m²/jam	16,91			17
					Mandor	0,017	Jam		59,524	m²/jam	2,82			3
					Bulldozer	0,002	Jam	100 - 150 Hp with ripper	637,440	m²/jam			0,26	1
					Wheel Loader	0,003	Jam	1 - 1,6 m³	386,379	m²/jam			0,43	1
					Dump Truck	0,011	Jam	12 m³	94,668	m²/jam			1,77	2
2.	Pengupasan (Stripping)	60389,00	m²	45	Pekerja	0,101	Jam		9,921	m²/jam	16,91			17
					Mandor	0,017	Jam		59,524	m²/jam	2,82			3
					Bulldozer	0,005	Jam	100 - 150 Hp with ripper	213,429	m²/jam			0,79	1
					Wheel Loader	0,012	Jam	1 - 1,6 m³	82,999	m²/jam			2,02	3
					Dump Truck	0,009	Jam	12 m³	105,632	m²/jam			1,59	2
3.	Galian Tanah Bendungan Utama	14021,85	m³	30	Pekerja	0,309	Jam		3,236	m³/jam	18,05			19
					Mandor	0,031	Jam		32,362	m³/jam	1,81			2
					Alat Bantu	0,025	Set		40,000	m³/set			1,46	2
					Excavator	0,013	Jam	80 - 140 Hp	75,787	m³/jam			0,77	1
					Dump Truck	0,040	Jam	12 m³	25,231	m³/jam			2,32	3
4.	Galian Batu Bendungan Utama	79457,17	m³	75	Pekerja	0,175	Jam		5,714	m³/jam	23,18			24
					Mandor	0,018	Jam		57,143	m³/jam	2,32			3
					Alat Bantu	0,030	Set		33,333	m³/jam			3,97	4
					Excavator	0,013	Jam	80 - 140 Hp	75,787	m³/jam			1,75	2
					Excavator	0,055	Jam	w/ hydrolic rock breaker	18,131	m³/jam			7,30	8
					Dump Truck	0,078	Jam	12 m³	12,895	m³/jam			10,27	11
5.	Timbunan Kedap Air / Inti (Clay Material)	428881,56	m³	150	Pekerja	0,158	Jam		6,349	m³/jam	56,29			57
					Mandor	0,026	Jam		38,023	m³/jam	9,40			10
					Urugan Pilihan	1,200	m³		0,833			428,88		429
					Bulldozer	0,007	Jam	100-150 Hp With Ripper	137,908	m³/jam			2,59	3
					Vibrator Roller	0,010	Jam	5-8 T w/ Sheep foot	104,580	m³/jam			3,42	4
					Water Tanker	0,003	Jam	3000 - 4500 L	346,555	m³/jam			1,03	2
					Excavator	0,014	Jam	80 - 140 Hp	69,471	m³/jam			5,14	6
					Dump Truck	0,041	Jam	12 m³	24,559	m³/jam			14,55	15
6.	Timbunan Material Random	2079727,92	m³	330	Pekerja	0,158	Jam		6,349	m³/jam	124,07			125
					Mandor	0,026	Jam		38,023	m³/jam	20,72			21
					Tanah/Batuan Random	1,200	m³		0,833			945,33		945
					Bulldozer	0,005	Jam	100-150 Hp With Ripper	199,200	m³/jam			3,95	4
					Vibrator Roller	0,007	Jam	5-8 T w/ Sheep foot	152,513	m³/jam			5,17	6
					Dump Truck	0,041	Jam	12 m³	24,559	m³/jam			32,08	33
					Excavator	0,014	Jam	80 - 140 Hp	69,471	m³/jam			11,34	12
7.	Timbunan Material Filter	252630,60	m³	75	Pekerja	0,158	Jam		6,349	m³/jam	66,32			67
					Mandor	0,026	Jam		38,023	m³/jam	11,07			12
					Urugan Agregat Halus	1,200	m³		0,833			505,26		505
					Wheel Loader	0,012	Jam	1.0-1.6 M3	84,038	m³/jam			5,01	6
					Dump Truck	0,041	Jam	12 m³	24,559	m³/jam			17,14	18
					Bulldozer	0,007	Jam	100-150 Hp With Ripper	137,908	m³/jam			3,05	4
					Vibrator Roller	0,010	Jam	5-8 T w/ Sheep foot	104,580	m³/jam			4,03	5
8.	Timbunan Rip - Rap	96049,56	m³	120	Pekerja	1,123	Jam		0,890	m³/jam	112,36			113
					Mandor	0,112	Jam		8,905	m³/jam	11,24			12
					Batu 40 - 100 cm	1,200	m³		0,833			120,06		120
					Excavator	0,032	Jam	80 - 140 Hp	30,876	m³/jam			3,24	4
					Dump Truck	0,041	Jam	12 m³	24,559	m³/jam			4,07	5
					Alat Bantu	0,150	Set		6,667	m³/set			15,01	16

Lanjutan Tabel 4.10.
Analisa Kebutuhan Sumber Daya Pekerjaan Konstruksi *Main Dam* dan *Spillway* pada Bendungan Gondang Setelah Optimasi

No.	Deskripsi Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Satuan	Durasi Pekerjaan	Sumber Daya Terpakai	Koefisien	Satuan	Jenis Alat	Produktivitas		Jumlah Kebutuhan / hari			Kebutuhan Sumber Daya
			Volume	Hari			Koefisien		Orang / Alat	Satuan	SDM (Orang)	Material	Alat (bh)	
9.	Lean Concrete	185,00	m³	30	Pekerja	8,000	Jam		0,125	m³/jam	6,17			7
					Tukang	1,104	Jam		0,906	m³/jam	0,85			1
					Kepala Tukang	0,144	Jam		6,944	m³/jam	0,11			1
					Mandor	0,400	Jam		2,500	m³/jam	0,31			1
					Batu Kerikil	1012,000	Jam		0,001			780,08		780
					Pasir Cor	828,000	Kg		0,001			638,25		638
					PC	247,000	Kg		0,004			190,40		190
					Air	215,000	Liter		0,005			165,73		166
					Alat Bantu	1,250	Set		0,800	m³/set			0,96	1
					Batching Plant	0,075	Jam		13,280	m³/jam			0,06	1
					Concrete Pump	0,100	Jam		9,960	m³/jam			0,08	1
					Water Tanker	0,006	Jam	3000 - 4500 L	166,000	m³/jam			0,00	1
					Water Pump	0,027	Jam		36,520	m³/jam			0,02	1
					Dump Truck	0,041	Jam	12 m³	24,394	m³/jam			0,03	1
10.	Pasangan Batu Saluran Drainase Kaki Bendungan	1331,98	m³	90	Pekerja	8,220	Jam		0,122	m³/jam	15,21			16
					Tukang	2,740	Jam		0,365	m³/jam	5,07			6
					Mandor	1,074	Jam		0,931	m³/jam	1,99			2
					PC	163,000	Kg		0,006			301,55		302
					Batu Belah	1,200	m³		0,833			2,22		2
					Pasir Pasang	0,520	m³		1,923			0,96		1
					Concrete Mixer	0,080	Jam	0,3-0,6 M3	12,450	m³/jam			0,15	1
					Alat Bantu	0,135	Set		7,407	m³/jam			0,25	1
11.	Pengeboran Rotary untuk Consolidation Grouting	3345	m	45	Bor Master	0,250	Jam		4,000	m/jam	2,32			3
					Pekerja	1,500	Jam		0,667	m/jam	13,94			14
					Casing Gip	0,100	m		10,000			0,93		1
					Bbm Water Pump	3,000	Liter		0,333			27,88		28
					Bbm Mesin Bor	5,000	Liter		0,200			46,46		47
					Water Pump	0,027	Jam		36,520	m/jam			0,25	1
					Mesin Bor	0,010	m		100,000				0,09	1
12.	Pengeboran Rotary untuk Sub-Curtain Grouting	10035	m	75	Bor Master	0,250	Jam		4,000	m/jam	4,18			5
					Pekerja	1,500	Jam		0,667	m/jam	25,09			26
					Casing Gip	0,100	m		10,000			1,67		2
					Bbm Water Pump	3,000	Liter		0,333			50,18		50
					Bbm Mesin Bor	5,000	Liter		0,200			83,63		84
					Water Pump	0,027	Jam		36,520	m/jam			0,46	1
					Mesin Bor	0,010	m		100,000				0,17	1
13.	Pengeboran Rotary untuk Curtain Grouting	21715	m	150	Bor Master	0,250	Jam		4,000	m/jam	4,52			5
					Pekerja	1,500	Jam		0,667	m/jam	27,14			28
					Casing Gip	0,100	m		10,000			1,81		2
					Bbm Water Pump	3,000	Liter		0,333			54,29		54
					Bbm Mesin Bor	5,000	Liter		0,200			90,48		90
					Water Pump	0,027	Jam		36,520	m/jam			0,50	1
					Mesin Bor	0,010	m		100,000				0,18	1
14.	Pencampuran Bahan untuk Grouting	171,00	ton	30	Pembantu Tukang	2,825	Jam		0,354	ton/jam	2,01			3
					Tukang	2,825	Jam		0,354	ton/jam	2,01			3
					Mandor	0,470	Jam		2,128	ton/jam	0,33			1
					Semen	1059,750	Kg		0,001			755,07		755
					Agregat Halus	2331,450	Kg		0,000			1661,16		1661
					Air Compressor	0,100	Jam		9,960	ton/jam			0,07	1

Lanjutan Tabel 4.10.
Analisa Kebutuhan Sumber Daya Pekerjaan Konstruksi *Main Dam* dan *Spillway* pada Bendungan Gondang Setelah Optimasi

No.	Deskripsi Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Satuan	Durasi Pekerjaan	Sumber Daya Terpakai	Koefisien	Satuan	Jenis Alat	Produktivitas		Jumlah Kebutuhan / hari			Kebutuhan
			Volume	Hari			Koefisien		Orang / Alat	Satuan	SDM (Orang)	Material	Alat (bh)	Sumber Daya
15.	Pengaspalan ATB di atas Tubuh Bendungan	8670,00	m³	30	Pekerja	0,148	Jam		6,744	m³/jam	5,36			6
					Mandor	0,023	Jam		43,649	m³/jam	0,83			1
					Agregat Kasar	0,034	m³		29,091			1,24		1
					Agreat Halus	0,030	m³		33,591			1,08		1
					Aspal	6,733	Kg		0,149			243,23		243
					Material Subbase-course kelas A	1,200	m³		0,833			43,35		43
					Material Subbase-course kelas C	1,200	m³		0,833			43,35		43
					Wheel Loader	0,050	Jam	1.0-1.6 M3	20,080	m³/jam			1,80	2
					Dump Truck	0,041	Jam	12 m³	24,394	m³/jam			1,48	2
					Asphalt Sprayer	0,001	Jam		1369,500	m³/jam			0,03	1
					Compressor	0,001	Jam	4000 - 6500	1369,500	m³/jam			0,03	1
					Motor Grader	0,015	Jam	> 100 Hp	64,800	m³/jam			0,56	1
					Water Tanker	0,006	Jam	3000 - 4500 L	166,000	m³/jam			0,22	1
16.	Trottoar (Beton Mutu K-175)	486,00	m³	30	Pekerja	8,000	Jam		0,125	m³/jam	16,20			17
					Tukang	1,104	Jam		0,906	m³/jam	2,24			3
					Kepala Tukang	0,144	Jam		6,944	m³/jam	0,29			1
					Mandor	0,400	Jam		2,500	m³/jam	0,81			1
					Batu Pecah	1029,000	Jam		0,001			2083,73		2084
					Pasir Cor	760,000	Kg		0,001			1539,00		1539
					PC	326,000	Kg		0,003			660,15		661
					Air	215,000	Liter		0,005			435,38		436
					Alat Bantu	1,250	Set		0,800	m³/set			2,53	3
					Batching Plant	0,075	Jam		13,280	m³/jam			0,15	1
					Concrete Pump	0,100	Jam		9,960	m³/jam			0,20	1
					Concrete Vibrator	0,402	Jam		2,490	m³/jam			0,81	1
					Water Tanker	0,006	Jam	3000 - 4500 L	166,000	m³/jam			0,01	1
					Water Pump	0,027	Jam		36,520	m³/jam			0,06	1
					Dump Truck	0,012	Jam	12 m³	81,312	m³/jam			0,02	1
17.	Handrail (Rantai Besi)	1200,00	m	15	Pekerja	0,175	Jam		5,714	m/jam	1,75			2
					Tukang	0,350	Jam		2,857	m/jam	3,50			4
					Pipa Giv Medium	1,050	m		0,952			10,50		11
					Cat	0,007	kg		147,059			0,07		1
					Beton K-175	0,009	m³		111,111			0,09		1
					Tulangan Beton	1,154	kg		0,867			11,54		12
Bangunan Pelimpah (Spillway)														
1.	Pembersihan (Land Clearing and Grubbing)	21052,00	m²	30	Pekerja	0,101	Jam		9,921	m²/jam	8,84			9
					Mandor	0,017	Jam		59,524	m²/jam	1,47			2
					Bulldozer	0,002	Jam	100 - 150 Hp with ripper	637,440	m²/jam			0,14	1
					Wheel Loader	0,003	Jam	1 - 1,6 m³	386,379	m²/jam			0,23	1
					Dump Truck	0,011	Jam	12 m³	94,668	m²/jam			0,93	1
2.	Pengupasan (Stripping)	21052,00	m²	30	Pekerja	0,101	Jam		9,921	m²/jam	8,84			9
					Mandor	0,017	Jam		59,524	m²/jam	1,47			2
					Bulldozer	0,005	Jam	100 - 150 Hp with ripper	213,429	m²/jam			0,41	1
					Wheel Loader	0,012	Jam	1 - 1,6 m³	82,999	m²/jam			1,06	2
					Dump Truck	0,009	Jam	12 m³	105,632	m²/jam			0,83	1
3.	Galian Tanah Spillway	218584,94	m³	90	Pekerja	0,309	Jam		3,236	m³/jam	93,81			94
					Mandor	0,031	Jam		32,362	m³/jam	9,38			10
					Alat Bantu	0,025	Set		40,000	m³/set			7,59	8
					Excavator	0,013	Jam	80 - 140 Hp	75,787	m³/jam			4,01	5
					Dump Truck	0,040	Jam	12 m³	25,231	m³/jam			12,03	13
4.	Galian Batu Spillway	1238648,00	m³	270	Pekerja	0,175	Jam		5,714	m³/jam	100,35			101
					Mandor	0,018	Jam		57,143	m³/jam	10,04			11
					Alat Bantu	0,030	Set		33,333	m³/jam			17,20	18
					Excavator	0,013	Jam	80 - 140 Hp	75,787	m³/jam			7,57	8
					Excavator	0,055	Jam	w/ hydrolic rock breaker	18,131	m³/jam			31,63	32
					Dump Truck	0,078	Jam	12 m³	12,895	m³/jam			44,47	45

Lanjutan Tabel 4.10.
Analisa Kebutuhan Sumber Daya Pekerjaan Konstruksi *Main Dam* dan *Spillway* pada Bendungan Gondang Setelah Optimasi

No.	Deskripsi Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Satuan	Durasi Pekerjaan	Sumber Daya Terpakai	Koefisien	Satuan	Jenis Alat	Produktivitas		Jumlah Kebutuhan / hari			Kebutuhan Sumber Daya
			Volume	Hari			Koefisien		Orang / Alat	Satuan	SDM (Orang)	Material	Alat (bh)	
5.	Timbunan Tanah Kembali	5408,34	m³	90	Pekerja	1,313	Jam		0,762	m³/jam	9,86			10
					Mandor	0,088	Jam		11,364	m³/jam	0,66			1
					Alat Bantu	0,040	set		25,000	m³/jam			0,30	1
					Vibrator Roller	0,007	Jam	5-8 T w/ Sheep foot	152,513	m³/jam			0,05	1
					Three Wheel Roller	0,007	Jam	6-8 T	140,063	m³/jam			0,05	1
6.	Pengeboran Rotary untuk Consolidation Grouting	225,00	m	15	Bor Master	0,250	Jam		4,000	m/jam	0,47			1
					Pekerja	1,500	Jam		0,667	m/jam	2,81			3
					Casing Gip	0,100	m		10,000			0,19		1
					Bbm Water Pump	3,000	Liter		0,333			5,63		6
					Bbm Mesin Bor	5,000	Liter		0,200			9,38		9
					Water Pump	0,027	Jam		36,520	m/jam			0,05	1
					Mesin Bor	0,010	m		100,000				0,02	1
7.	Pengeboran Rotary untuk Sub-Curtain Grouting	675,00	m	30	Bor Master	0,250	Jam		4,000	m/jam	0,70			1
					Pekerja	1,500	Jam		0,667	m/jam	4,22			5
					Casing Gip	0,100	m		10,000			0,28		1
					Bbm Water Pump	3,000	Liter		0,333			8,44		9
					Bbm Mesin Bor	5,000	Liter		0,200			14,06		14
					Water Pump	0,027	Jam		36,520	m/jam			0,08	1
					Mesin Bor	0,010	m		100,000				0,03	1
8.	Pengeboran Rotary untuk Curtain Grouting	1125,00	m	30	Bor Master	0,250	Jam		4,000	m/jam	1,17			2
					Pekerja	1,500	Jam		0,667	m/jam	7,03			8
					Casing Gip	0,100	m		10,000			0,47		1
					Bbm Water Pump	3,000	Liter		0,333			14,06		14
					Bbm Mesin Bor	5,000	Liter		0,200			23,44		23
					Water Pump	0,027	Jam		36,520	m/jam			0,13	1
					Mesin Bor	0,010	m		100,000				0,05	1
9.	Pencampuran Bahan untuk Grouting	23,00	ton	15	Pembantu Tukang	2,825	Jam		0,354	ton/jam	0,54			1
					Tukang	2,825	Jam		0,354	ton/jam	0,54			1
					Mandor	0,470	Jam		2,128	ton/jam	0,09			1
					Semen	1059,750	Kg		0,001			203,12		203
					Agregat Halus	2331,450	Kg		0,000			446,86		447
					Air Compressor	0,100	Jam		9,960	ton/jam			0,02	1
10.	Beton Mutu K-175	351,76	m³	30	Pekerja	8,000	Jam		0,125	m³/jam	11,73			12
					Tukang	1,104	Jam		0,906	m³/jam	1,62			2
					Kepala Tukang	0,144	Jam		6,944	m³/jam	0,21			1
					Mandor	0,400	Jam		2,500	m³/jam	0,59			1
					Batu Pecah	1029,000	Jam		0,001			1508,15		1509
					Pasir Cor	760,000	Kg		0,001			1113,89		1114
					PC	326,000	Kg		0,003			477,80		478
					Air	215,000	Liter		0,005			315,11		316
					Alat Bantu	1,250	Set		0,800	m³/set			1,83	2
					Batching Plant	0,075	Jam		13,280	m³/jam			0,11	1
					Concrete Pump	0,100	Jam		9,960	m³/jam			0,15	1
					Concrete Vibrator	0,402	Jam		2,490	m³/jam			0,59	1
					Water Tanker	0,006	Jam	3000 - 4500 L	166,000	m³/jam			0,01	1
					Water Pump	0,027	Jam		36,520	m³/jam			0,04	1
					Dump Truck	0,012	Jam	12 m³	81,312	m³/jam			0,02	1

Lanjutan Tabel 4.10.
Analisa Kebutuhan Sumber Daya Pekerjaan Konstruksi *Main Dam* dan *Spillway* pada Bendungan Gondang Setelah Optimasi

No.	Deskripsi Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Satuan	Durasi Pekerjaan	Sumber Daya Terpakai	Koefisien	Satuan	Jenis Alat	Produktivitas		Jumlah Kebutuhan / hari			Kebutuhan Sumber Daya
			Volume	Hari			Koefisien		Orang / Alat	Satuan	SDM (Orang)	Material	Alat (bh)	
11.	Beton Mutu K-225	28023,86	m³	240	Pekerja	8,000	Jam		0,125	m³/jam	116,77			117
					Tukang	1,104	Jam		0,906	m³/jam	16,11			17
					Kepala Tukang	0,144	Jam		6,944	m³/jam	2,10			3
					Mandor	0,400	Jam		2,500	m³/jam	5,84			6
					Batu pecah	1047,000	kg		0,001			15281,76		15282
					Pasir cor	689,000	kg		0,001			10056,48		10057
					PC	371,000	kg		0,003			5415,03		5416
					Air	215,000	liter		0,005			3138,09		3139
					Alat bantu	1,250	set		0,800	m³/set			18,24	19
					Batching Plant	0,075	Jam		13,280	m³/jam			1,10	2
					Concrete Pump	0,100	Jam		9,960	m³/jam			1,47	2
					Concrete Vibrator	0,402	Jam		2,490	m³/jam			5,86	6
					Water Tanker	0,006	Jam	3000 - 4500 L	166,000	m³/jam			0,09	1
					Water Pump	0,027	Jam		36,520	m³/jam			0,40	1
					Dump Truck	0,012	Jam	12 m³	81,312	m³/jam			0,18	1
12.	Besi Tulangan Beton Ulir	2096730,47	kg	330	Pekerja	0,124	Jam		8,065	kg/jam	98,48			99
					Tukang	0,248	Jam		4,032	kg/jam	196,97			197
					Mandor	0,031	Jam		32,258	kg/jam	24,62			25
					Kepala Tukang	0,025	Jam		40,323	kg/jam	19,70			20
					Besi Beton Ulir	1,100	kg		0,909			873,64		874
13.	Bekisting Type Ekspose	17637,87	m²	90	Pekerja	2,000	Jam		0,500	m²/jam	48,99			49
					Tukang	4,800	Jam		0,208	m²/jam	117,59			118
					Mandor	0,096	Jam		10,417	m²/jam	2,35			3
					Kepala Tukang	0,480	Jam		2,083	m²/jam	11,76			12
					Paku 5 cm dan 7 cm	0,350	kg		2,857			8,57		9
					Multipleks 12 mm	0,350	lembar		2,857			8,57		9
					Dolken 8~10 cm	0,028	Jam		35,714			0,69		1
					Minyak bekisting	0,028	set		35,714			0,69		1
					Alat Bantu	0,500	set		2,000	m²/set			12,25	13
14.	Waterstop	437,00	m	15	Pekerja	0,550	Jam		1,818	m/jam	2,00			3
					Tukang	0,350	Jam		2,857	m/jam	1,27			2
					Mandor	0,003	Jam		333,333	m/jam	0,01			1
					Waterstop B = 320 mm	1,050	m		0,952			3,82		4
					Alat Bantu	0,100	Set		10,000	m/set			0,36	1
15.	Handrail Tepi Dinding Spillway	547,00	m	15	Pekerja	0,175	Jam		5,714	m/jam	0,80			1
					Tukang	0,350	Jam		2,857	m/jam	1,60			2
					Pipa Giv Medium	1,050	m		0,952			4,79		5
					Cat	0,007	kg		147,059			0,03		1
					Beton K-175	0,009	m³		111,111			0,04		1
					Tulangan Beton	1,154	kg		0,867			5,26		5
16.	Weep Hole	300,00	bh	15	Pekerja	0,175	Jam		5,714	bh/jam	0,44			1
					Tukang	0,350	Jam		2,857	bh/jam	0,88			1
					Pipa Pvc diameter 100 mm	0,500	m		2,000			1,25		1
					Ijuk	0,300	kg		3,333			0,75		1
					Kerikil	0,045	m³		22,222			0,11		1
					Alat Bantu	0,100	set		10,000				0,25	1
17.	Collector Drain	499,64	m	15	Pekerja	0,175	Jam		5,714	m/jam	0,73			1
					Tukang	0,350	Jam		2,857	m/jam	1,46			2
					Pipa Pvc diameter 75 mm	1,100	m		0,909			4,58		5
					Geotextil	2,783	m²		0,359			11,59		12
					Kerikil	0,330	m³		3,030			1,37		1
					Alat Bantu	0,100	set		10,000				0,42	1

Lanjutan Tabel 4.10.
Analisa Kebutuhan Sumber Daya Pekerjaan Konstruksi *Main Dam* dan *Spillway* pada Bendungan Gondang Setelah Optimasi

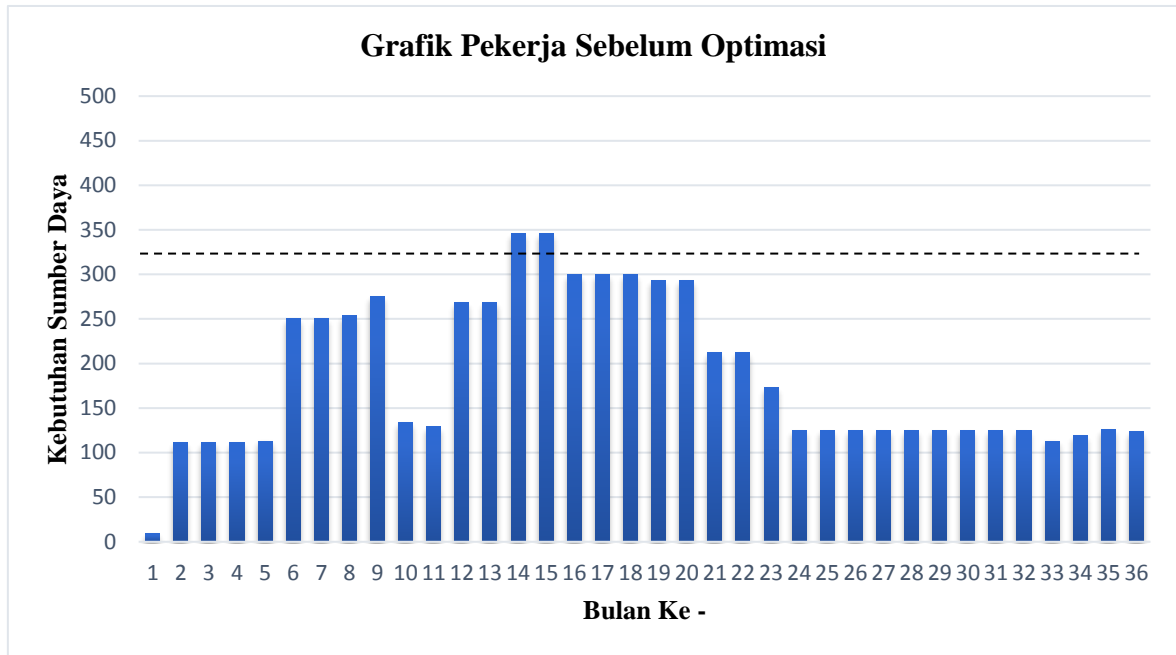
No.	Deskripsi Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Satuan	Durasi Pekerjaan	Sumber Daya Terpakai	Koefisien	Satuan	Jenis Alat	Produktivitas		Jumlah Kebutuhan / hari			Kebutuhan Sumber Daya
			Volume	Hari			Koefisien		Orang / Alat	Satuan	SDM (Orang)	Material	Alat (bh)	
18.	Dowel Bar	212,00	bh	15	Pekerja	0,124	Jam		8,065	bh/jam	0,22			1
					Tukang	0,248	Jam		4,032	bh/jam	0,44			1
					Mandor	0,031	Jam		32,258	bh/jam	0,05			1
					Besi Beton Ulir diameter 22 mm	4,921	kg		0,203			8,69		9
					Pipa Pvc	0,300	m		3,333			0,53		1
					Bar Bender	0,020	set		50,000				0,04	1
19.	Joint Sealant	1620,67	m	60	Pekerja	2,450	Jam		0,408	m/jam	8,27			9
					Tukang	1,190	Jam		0,840	m/jam	4,02			5
					Mandor	0,140	Jam		7,143	m/jam	0,47			1
					Mortar Mutu K-175	0,005	m³		200,000			0,02		1
					Alat Bantu	1,000	set		1,000				3,38	4
20.	Pasangan Batu 1 : 4	750,00	m³	90	Pekerja	8,220	Jam		0,122	m³/jam	8,56			9
					Tukang	2,740	Jam		0,365	m³/jam	2,85			3
					Mandor	1,074	Jam		0,931	m³/jam	1,12			2
					PC	163,000	kg		0,006			169,79		170
					Batu belah	1,200	m³		0,833			1,25		2
					Pasir Pasang	0,520	m³		1,923			0,54		1
					Concrete Mixer	0,080	Jam	0,3-0,6 M3	12,450	m³/jam			0,08	1
21.	Plesteran 1 : 3	216,50	m³	30	Pekerja	2,450	Jam		0,408	m³/jam	2,21			3
					Tukang	1,190	Jam		0,840	m³/jam	1,07			2
					Mandor	0,140	Jam		7,143	m³/jam	0,13			1
					PC	10,470	kg		0,096			9,44		10
					Pasir Pasang	0,015	m³		66,667			0,01		1
					Alat Bantu	0,100	set		10,000	m³/set			0,09	1
22.	Siaran 1 : 2	176,50	m²	15	Pekerja	2,520	Jam		0,397	m²/jam	3,71			4
					Tukang	0,840	Jam		1,190	m²/jam	1,24			2
					Mandor	0,126	Jam		7,937	m²/jam	0,19			1
					PC	4,040	kg		0,248			5,94		6
					Pasir Pasang	0,010	m²		103,093			0,01		1
					Alat bantu	0,010	set		100,000	m²/set			0,01	1
23.	Beton Mutu K-225 untuk Jembatan Penghubung	1473,00	m³	45	Pekerja	8,000	Jam		0,125	m³/jam	32,73			33
					Tukang	1,104	Jam		0,906	m³/jam	4,52			5
					Kepala Tukang	0,144	Jam		6,944	m³/jam	0,59			1
					Mandor	0,400	Jam		2,500	m³/jam	1,64			2
					Batu pecah	1047,000	kg		0,001			4283,98		4284
					Pasir cor	689,000	kg		0,001			2819,16		2820
					PC	371,000	kg		0,003			1518,01		1519
					Air	215,000	liter		0,005			879,71		880
					Alat bantu	1,250	set		0,800	m³/set			5,11	6
					Batching Plant	0,075	Jam		13,280	m³/jam			0,31	1
					Concrete Pump	0,100	Jam		9,960	m³/jam			0,41	1
					Concrete Vibrator	0,402	Jam		2,490	m³/jam			1,64	2
					Water Tanker	0,006	Jam	3000 - 4500 L	166,000	m³/jam			0,02	1
					Water Pump	0,027	Jam		36,520	m³/jam			0,11	1
					Dump Truck	0,012	Jam	12 m³	81,312	m³/jam			0,05	1
24.	Besi Tulangan Beton Ulir untuk Jembatan Penghubung	162043,00	kg	45	Pekerja	0,124	Jam		8,065	kg/jam	55,81			56
					Tukang	0,248	Jam		4,032	kg/jam	111,63			112
					Mandor	0,031	Jam		32,258	kg/jam	13,95			14
					Besi Beton Ulir	1,100	kg		0,909			495,13		495
25.	Handrail Jembatan	118,00	m	15	Pekerja	0,175	Jam		5,714	m/jam	0,17			1
					Tukang	0,350	Jam		2,857	m/jam	0,34			1
					Pipa Giv Medium	1,050	m		0,952			1,03		2
					Cat	0,007	kg		147,059			0,01		1
					Beton K-175	0,009	m³		111,111			0,01		1
					Tulangan Beton	1,154	kg		0,867			1,13		2

Lanjutan Tabel 4.10.
Analisa Kebutuhan Sumber Daya Pekerjaan Konstruksi *Main Dam* dan *Spillway* pada Bendungan Gondang Setelah Optimasi

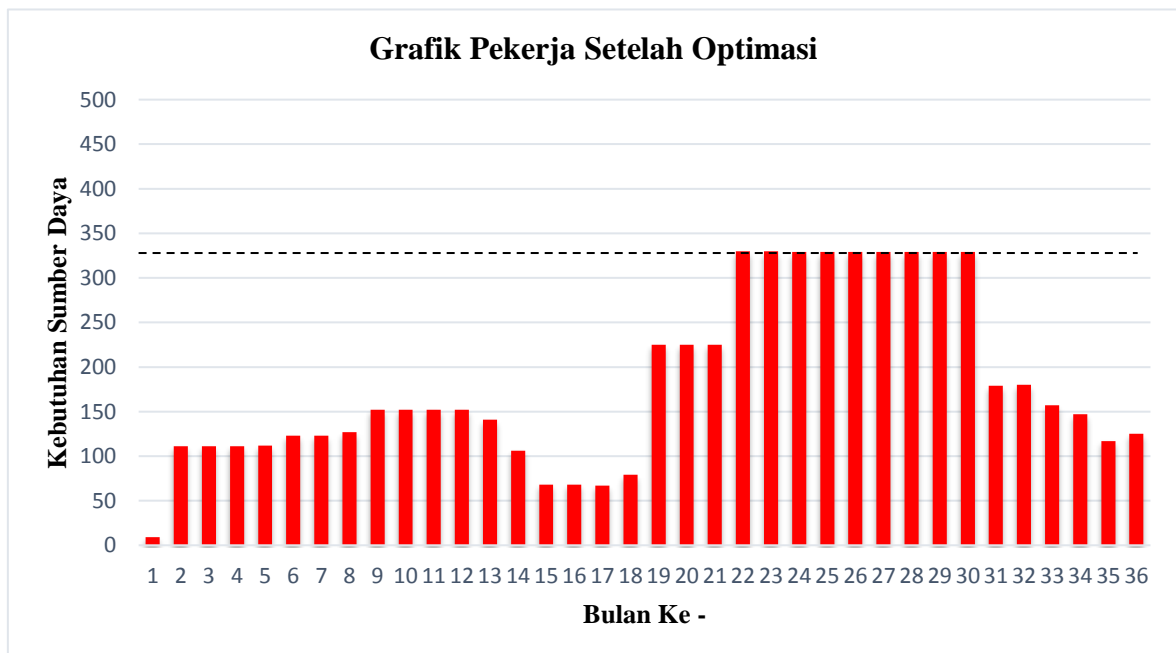
No.	Deskripsi Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Satuan	Durasi Pekerjaan	Sumber Daya Terpakai	Koefisien	Satuan	Jenis Alat	Produktivitas		Jumlah Kebutuhan / hari			Kebutuhan Sumber Daya
			Volume	Hari			Koefisien		Orang / Alat	Satuan	SDM (Orang)	Material	Alat (bh)	
26.	Bekisting Type Ekspose untuk Jembatan Penghubung	32,00	m ²	15	Pekerja	2,000	Jam		0,500	m ² /jam	0,53			1
					Tukang	4,800	Jam		0,208	m ² /jam	1,28			2
					Mandor	0,096	Jam		10,417	m ² /jam	0,03			1
					Paku 5 cm dan 7 cm	0,350	kg		2,857			0,09		1
					Multipleks 12 mm	0,350	lembar		2,857			0,09		1
					Dolken 8~10 cm	0,028	m ³		35,714			0,01		1
					Minyak bekisting	0,028	set		35,714			0,01		1
					Alat Bantu	0,500	set		2,000				0,13	1
27.	Perancah untuk Pekerjaan Bangunan Atas	2	m ³	15	Pekerja	2	Jam		0,500	m ³ /jam	0,03			1
					Tukang Kayu	4,8	Jam		0,208	m ³ /jam	0,08			1
					Kepala Tukang	0,48	Jam		2,083	m ³ /jam	0,01			1
					Mandor	0,96	Jam		1,042			0,02		1
					Kayu Kelas 4 ukuran 5/7 - 4 m	0,1	m ³		10,000			0,00		1
					Paku 5 cm dan 7 cm	0,35	Kg		2,857			0,01		1
					Alat Bantu	0,5	Set		2,000				0,01	1

Sumber: Data Perhitungan (2018).

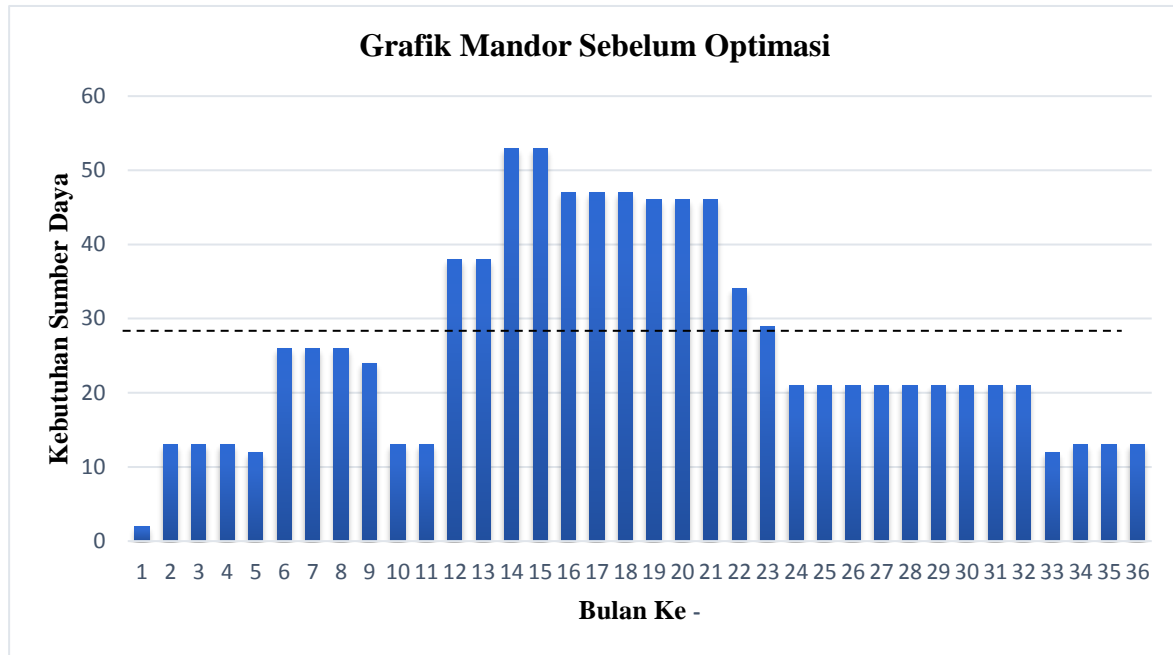
(Halaman ini sengaja dikosongkan)



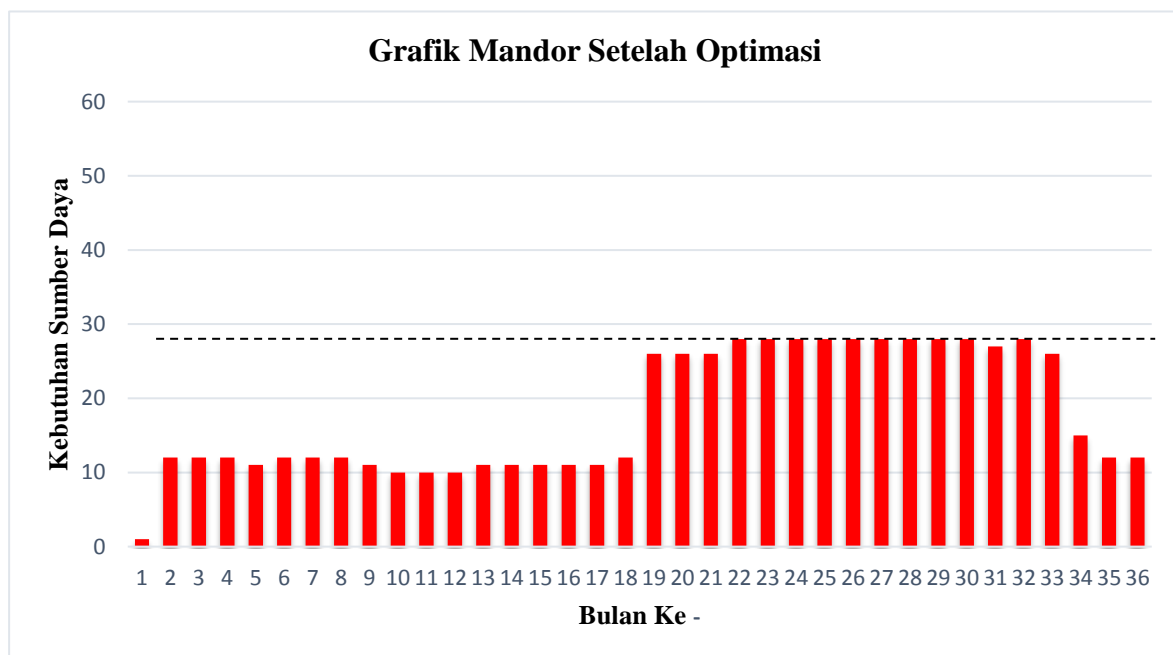
Gambar 4.15. Grafik Pekerja Sebelum Optimasi



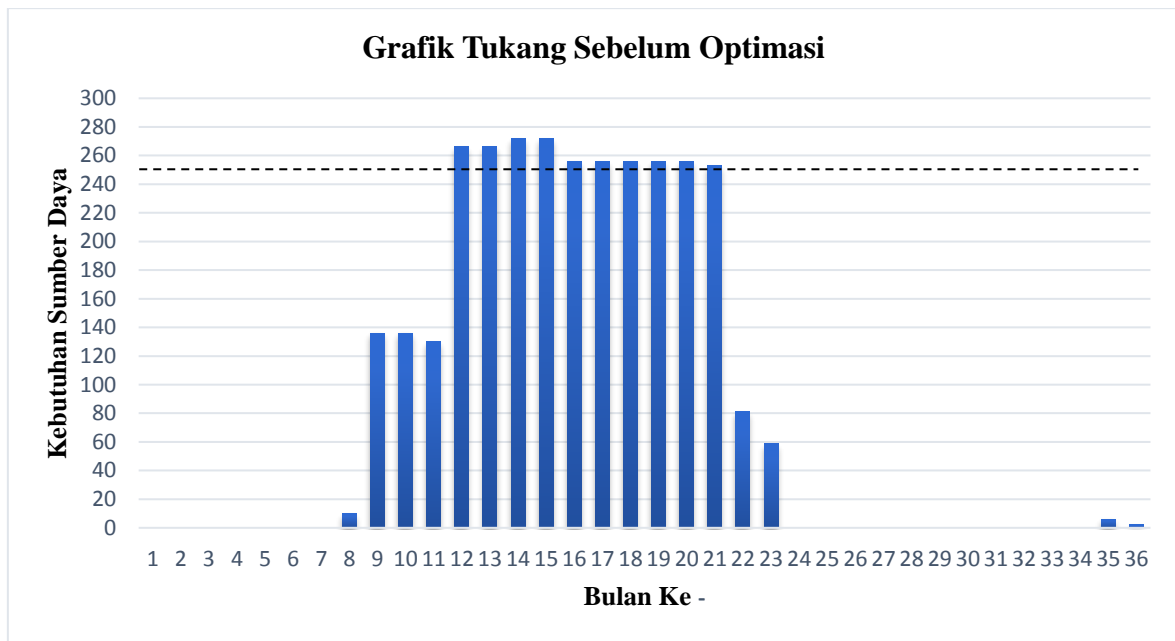
Gambar 4.16. Grafik Pekerja Setelah Optimasi



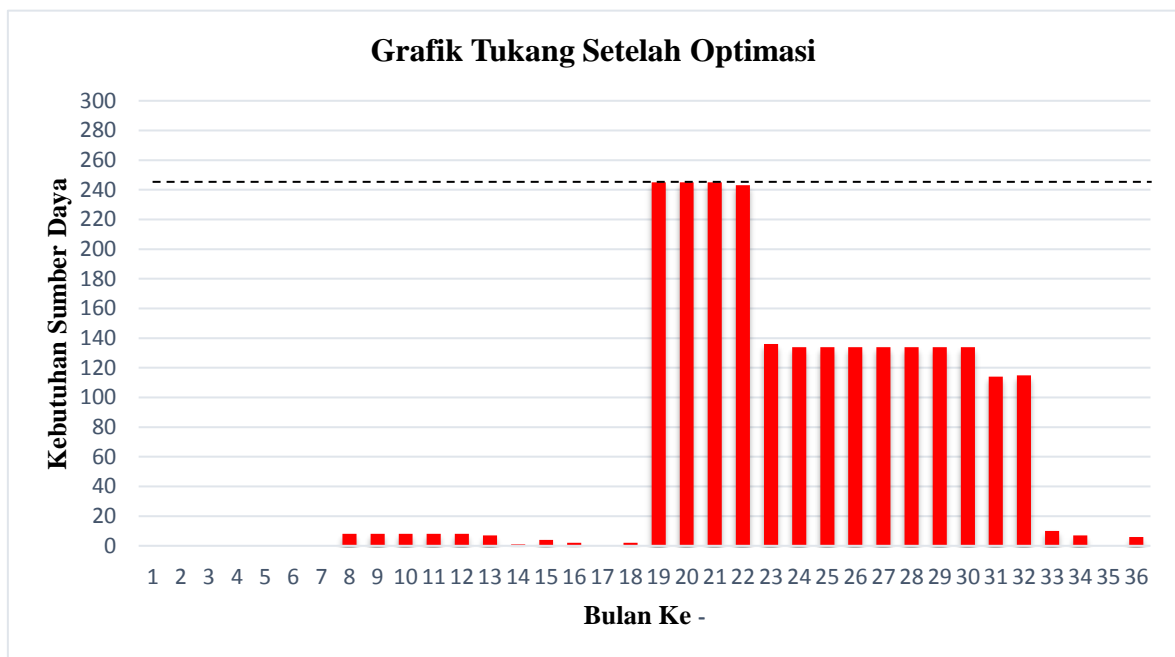
Gambar 4.17. Grafik Mandor Sebelum Optimasi



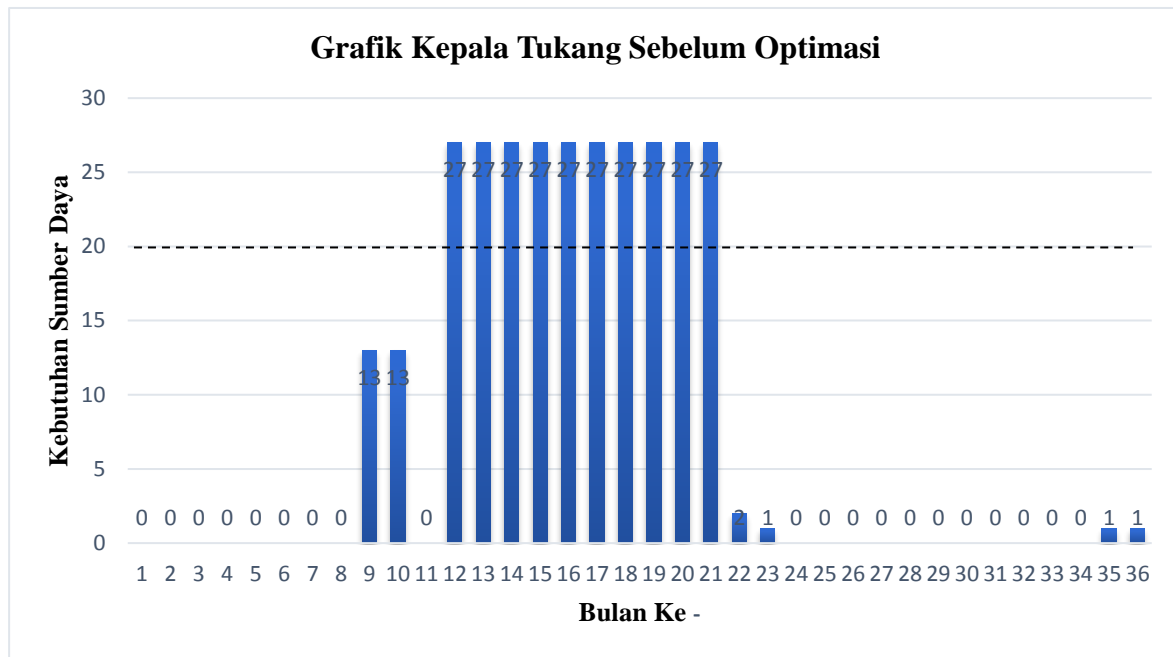
Gambar 4.18. Grafik Mandor Setelah Optimasi



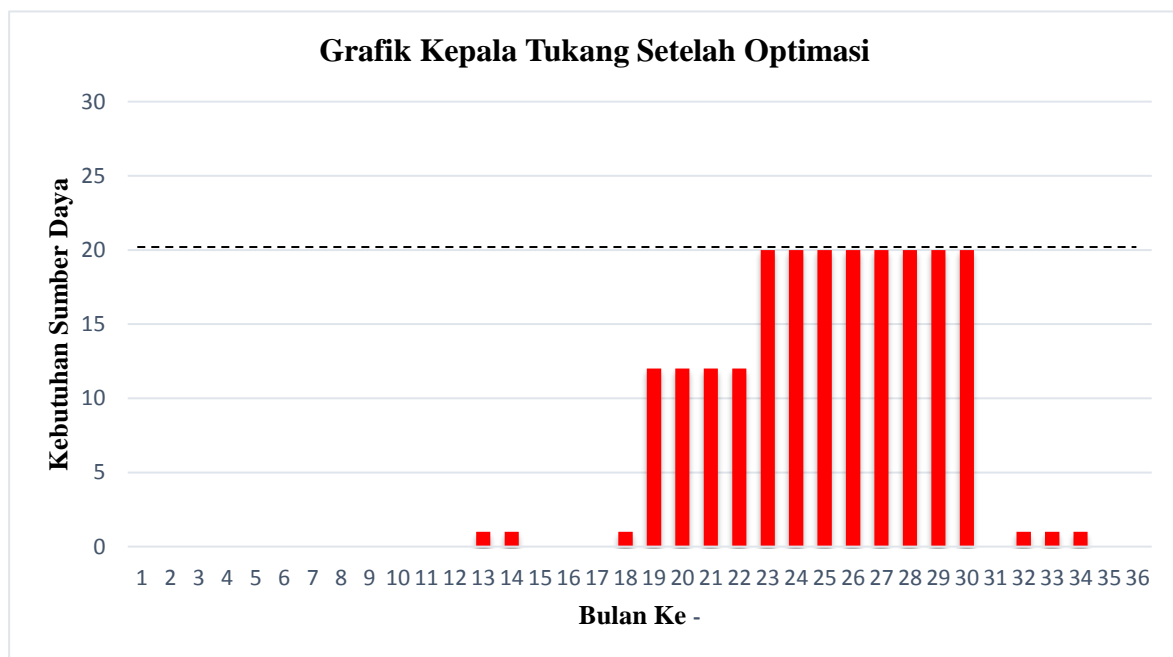
Gambar 4.19. Grafik Tukang Sebelum Optimasi



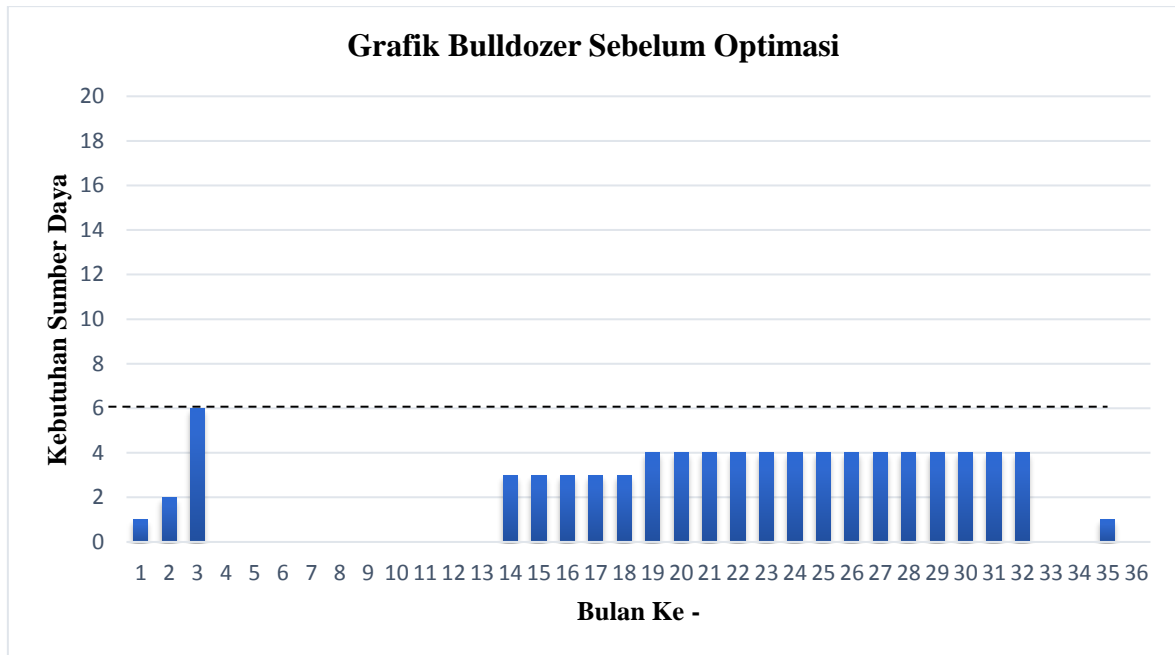
Gambar 4.20. Grafik Tukang Setelah Optimasi



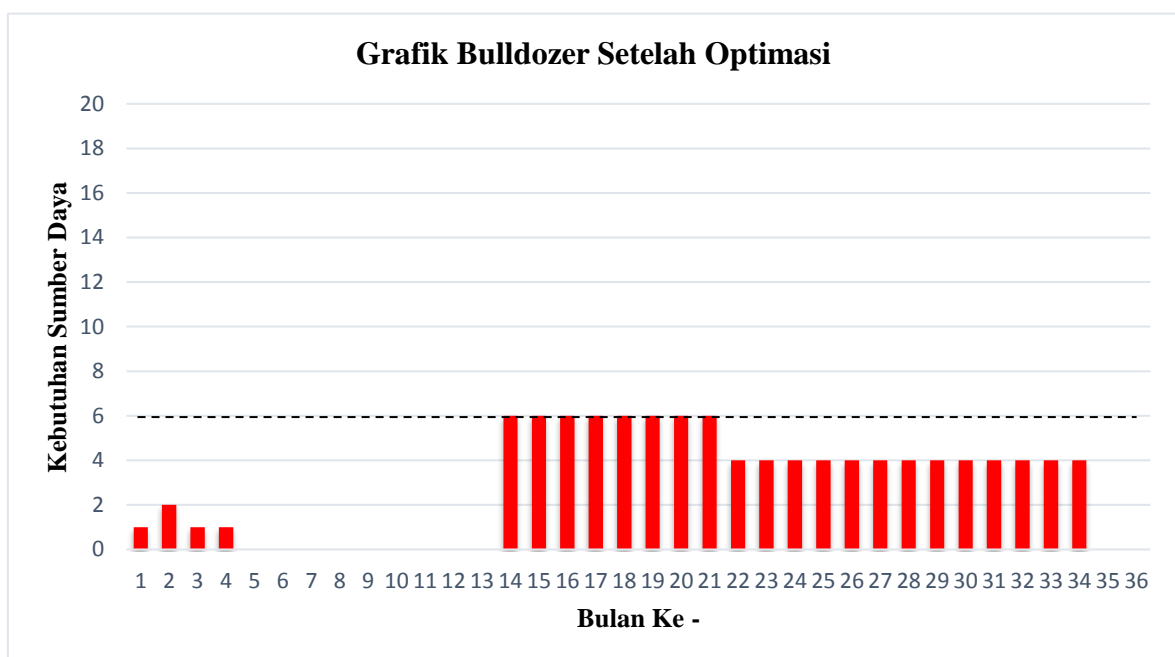
Gambar 4.21. Grafik Kepala Tukang Sebelum Optimasi



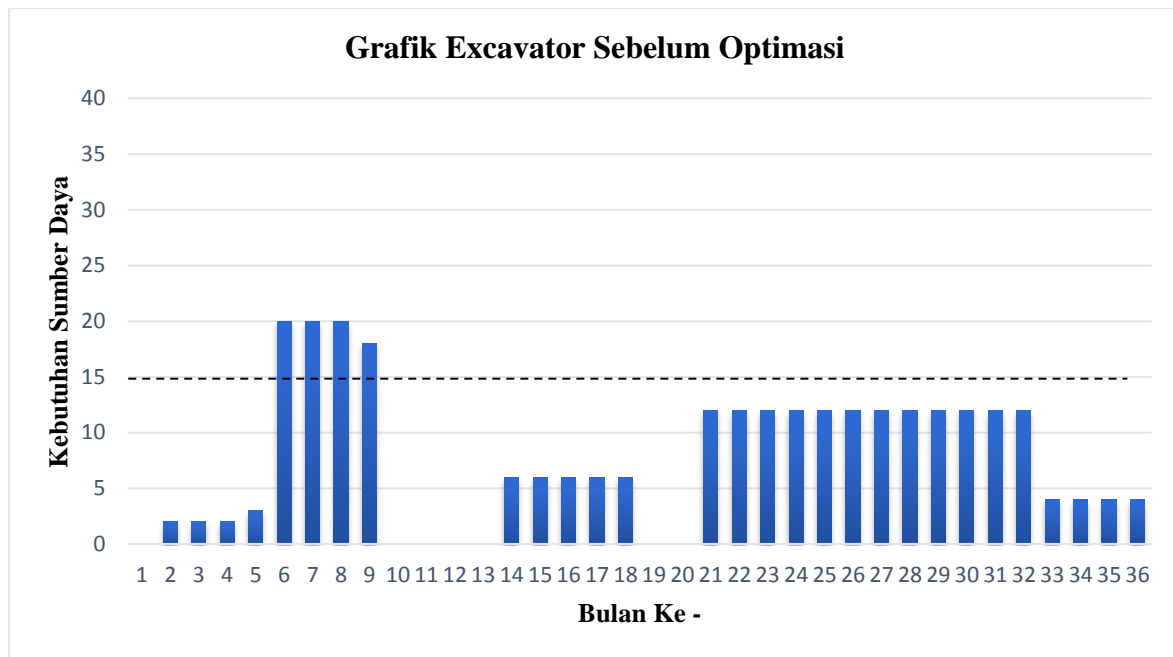
Gambar 4.22. Grafik Kepala Tukang Setelah Optimasi



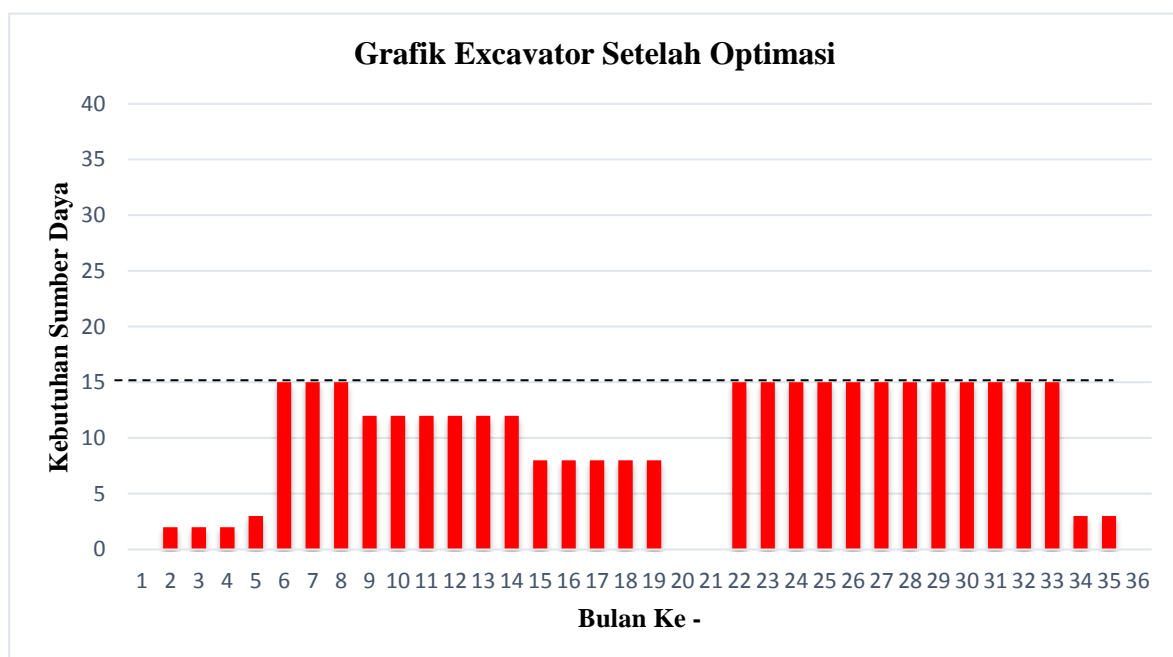
Gambar 4.23. Grafik *Bulldozer* Sebelum Optimasi



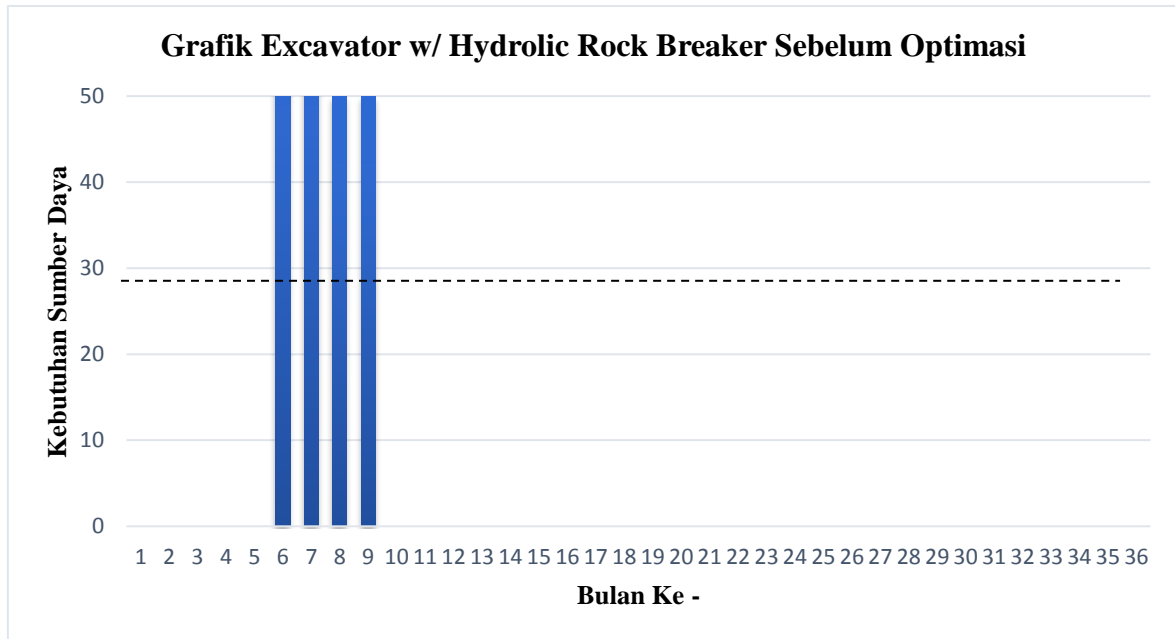
Gambar 4.24. Grafik *Bulldozer* Setelah Optimasi



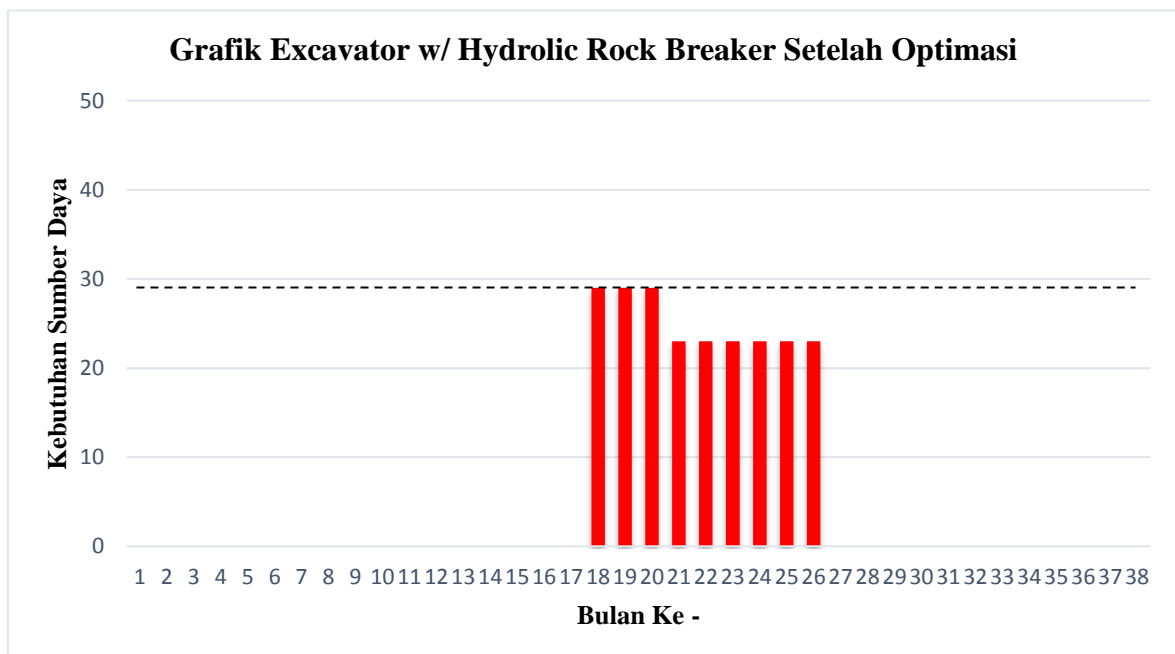
Gambar 4.25. Grafik Excavator Sebelum Optimasi



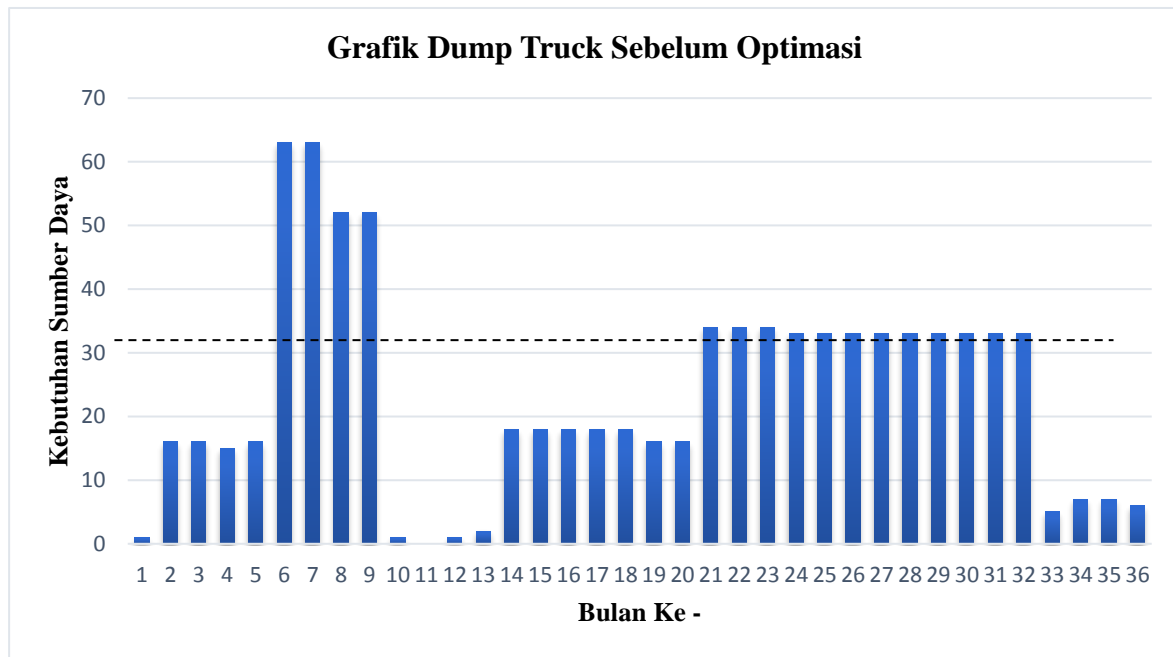
Gambar 4.26. Grafik Excavator Setelah Optimasi



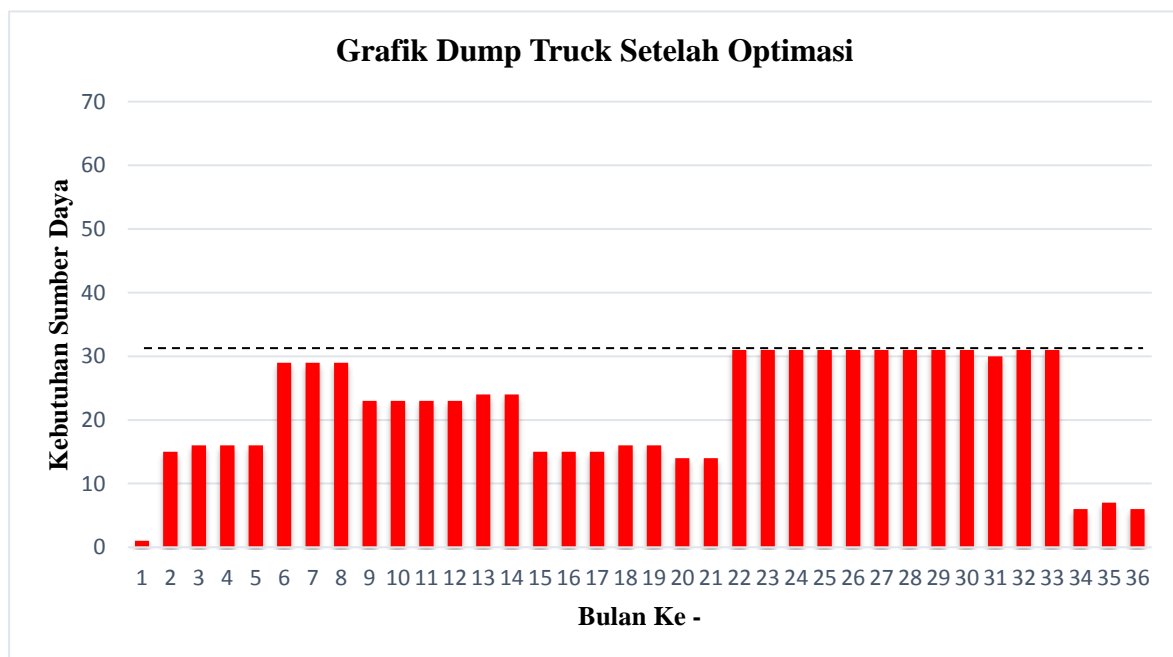
Gambar 4.27. Grafik *Excavator with Hydrolic Rock* Sebelum Optimasi



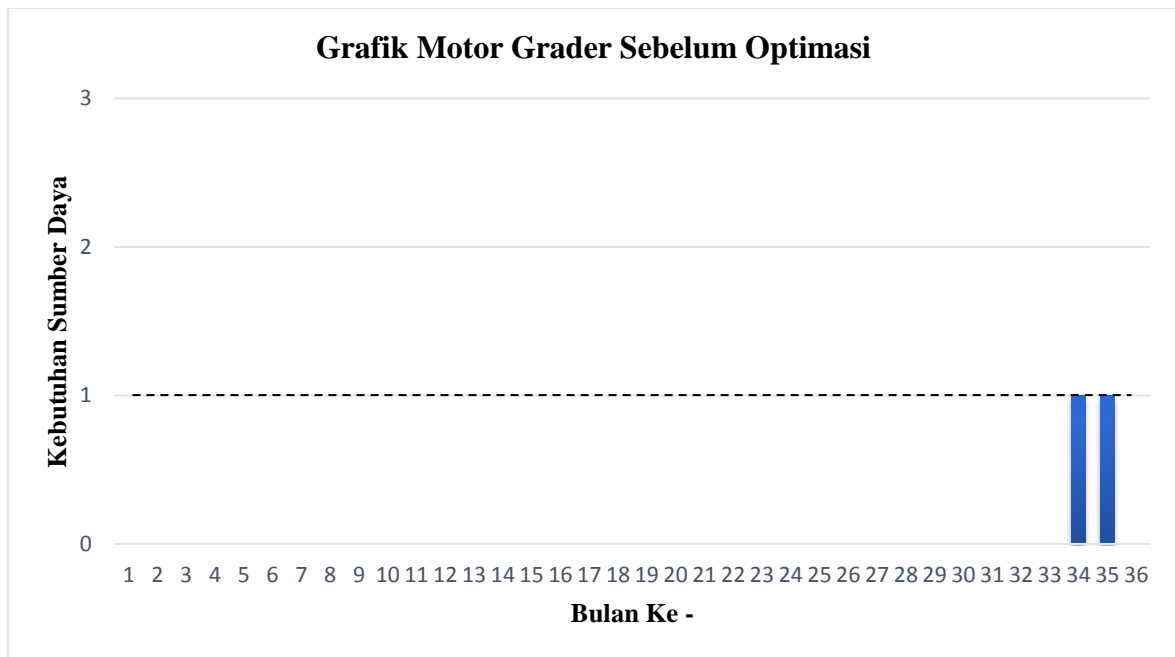
Gambar 4.28. Grafik *Excavator with Hydrolic Rock* Setelah Optimasi



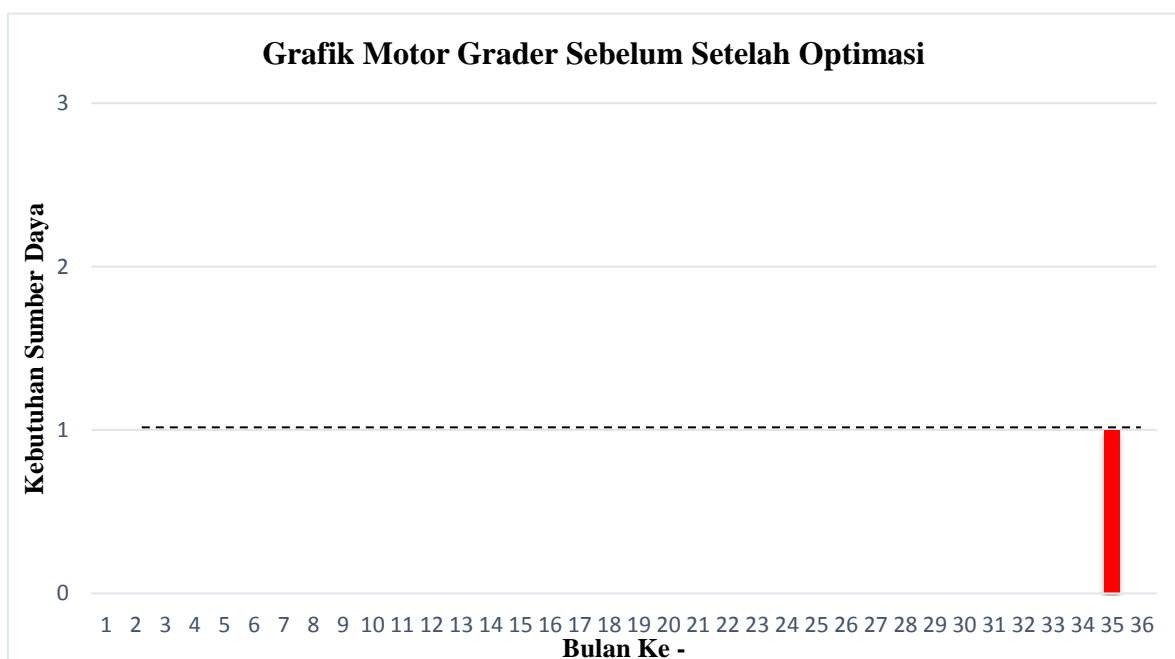
Gambar 4.29. Grafik Dump Truck Sebelum Optimasi



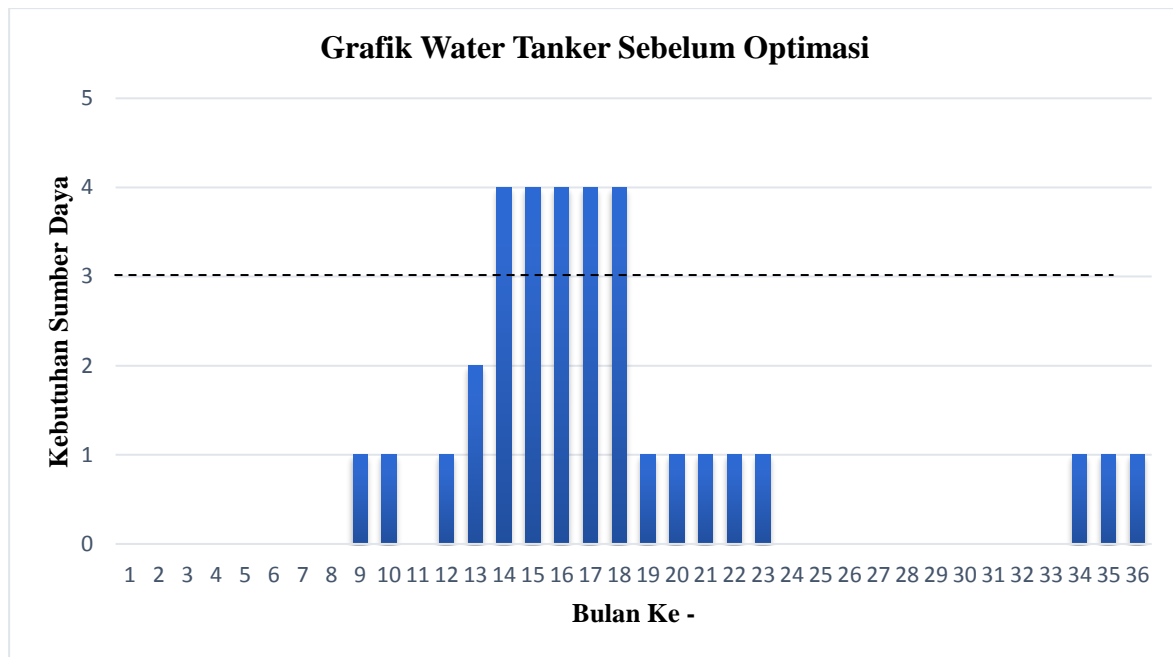
Gambar 4.30. Grafik Dump Truck Setelah Optimasi



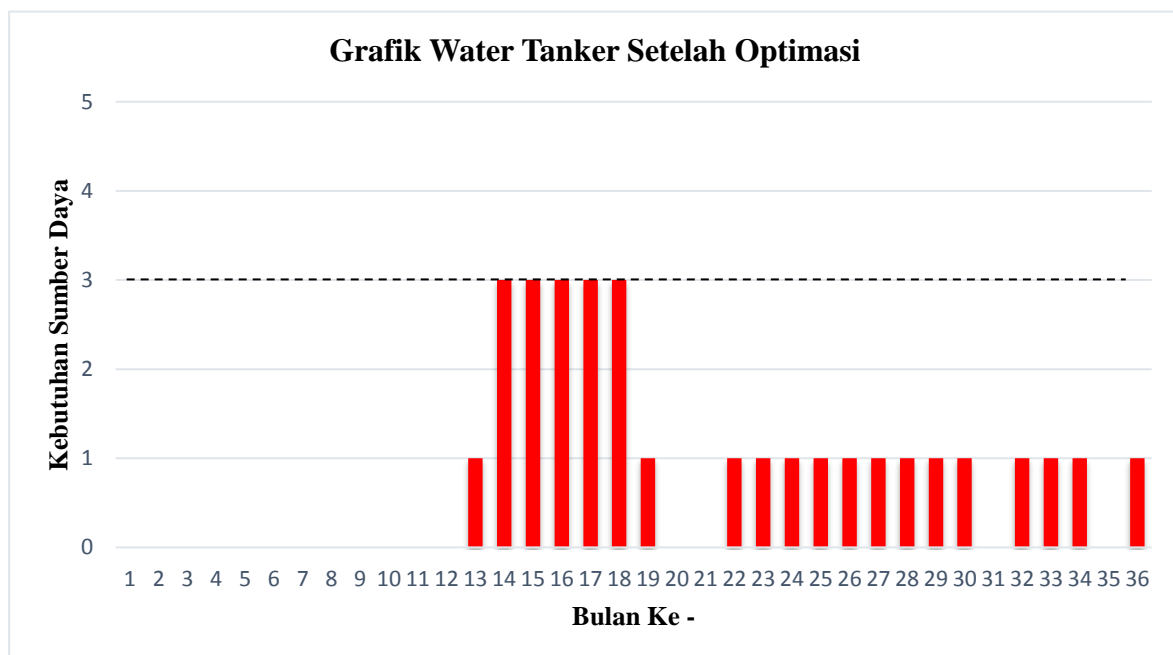
Gambar 4.31. Grafik Motor Grader Sebelum Optimasi



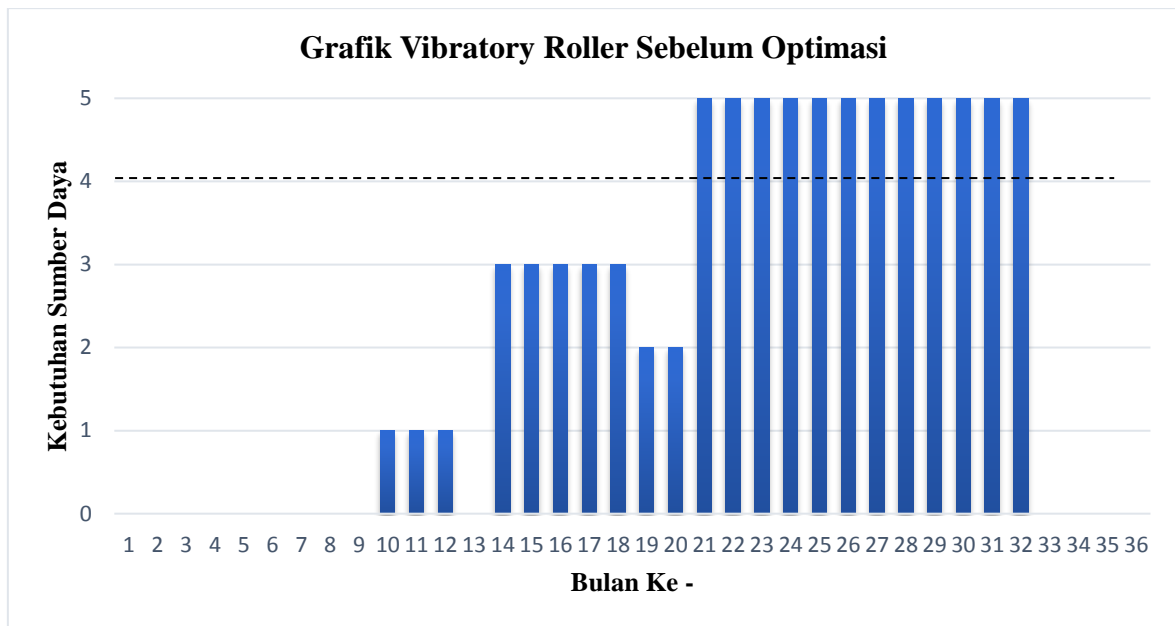
Gambar 4.32. Grafik Motor Grader Setelah Optimasi



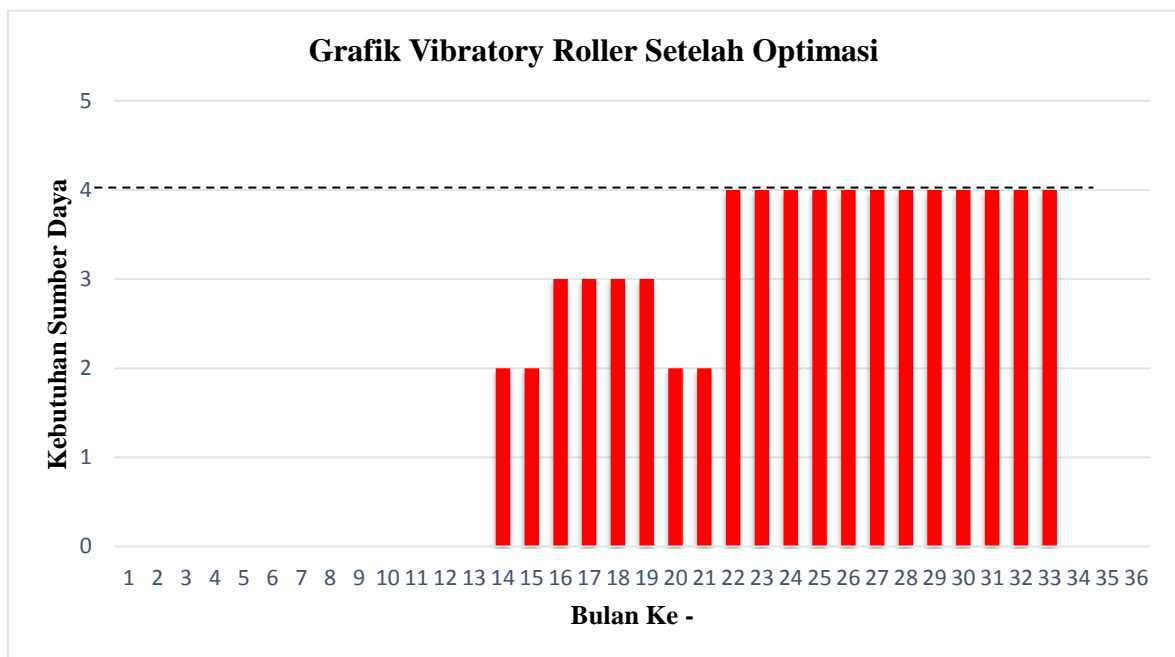
Gambar 4.33. Grafik Water Tanker Sebelum Optimasi



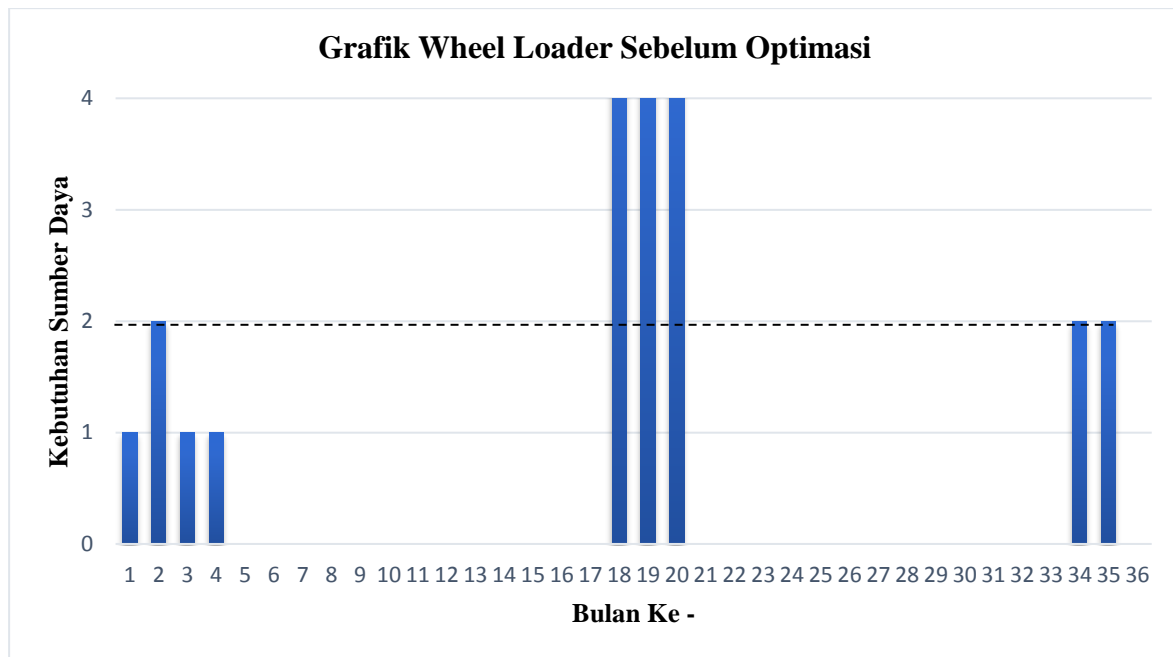
Gambar 4.34. Grafik Water Tanker Setelah Optimasi



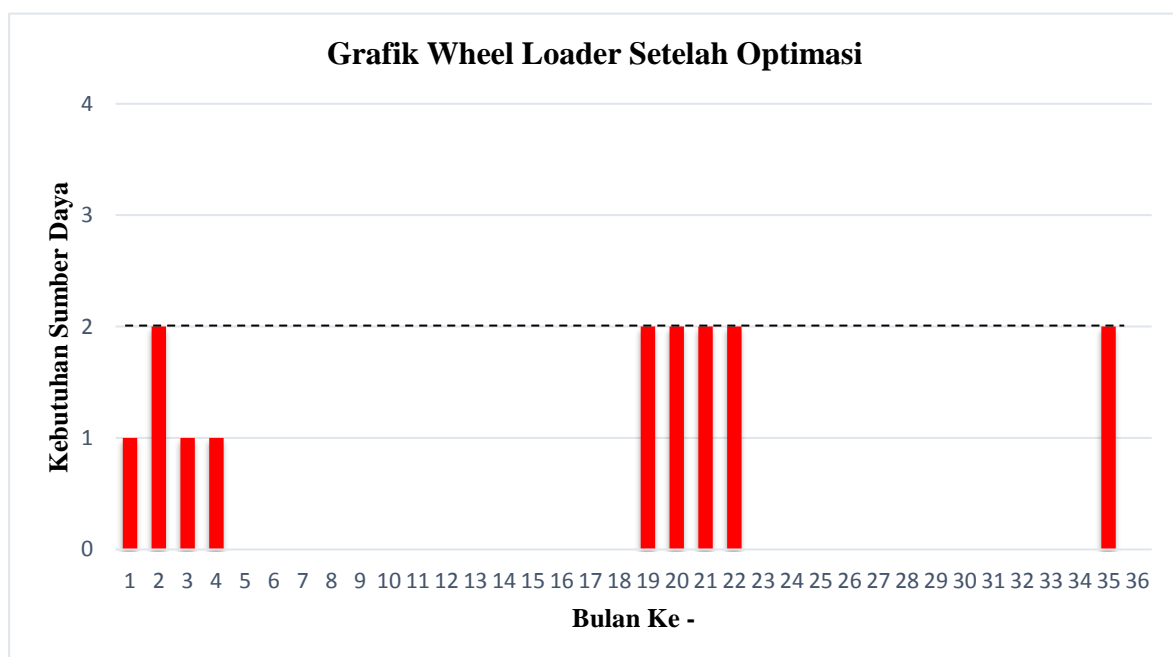
Gambar 4.35. Grafik Vibratory Roller Sebelum Optimasi



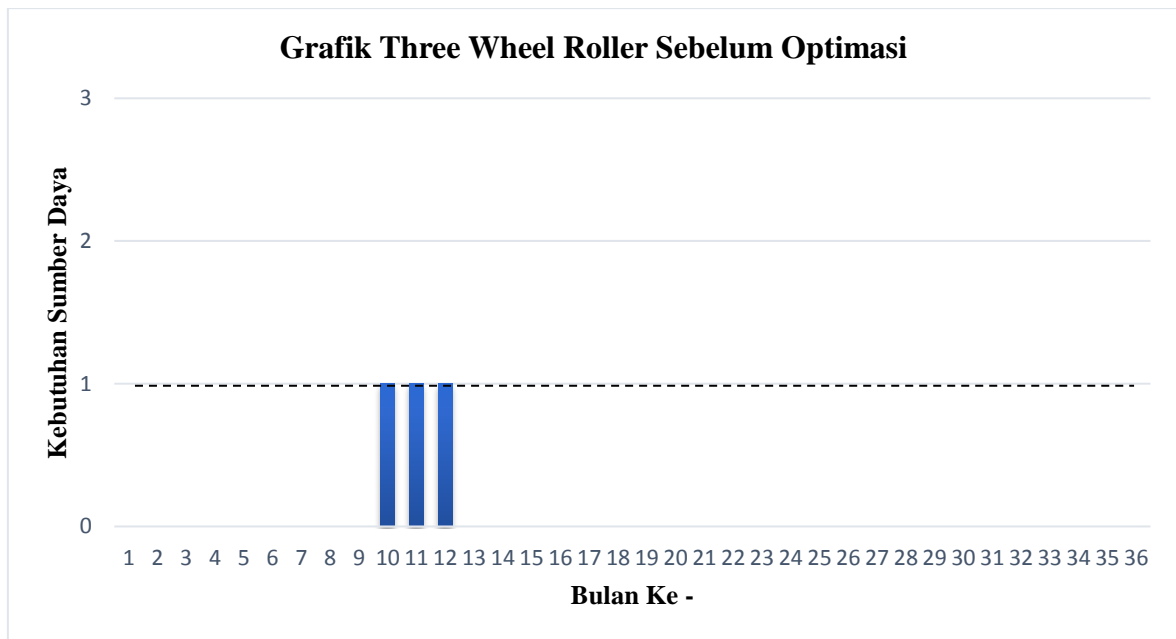
Gambar 4.36. Grafik Vibratory Roller Setelah Optimasi



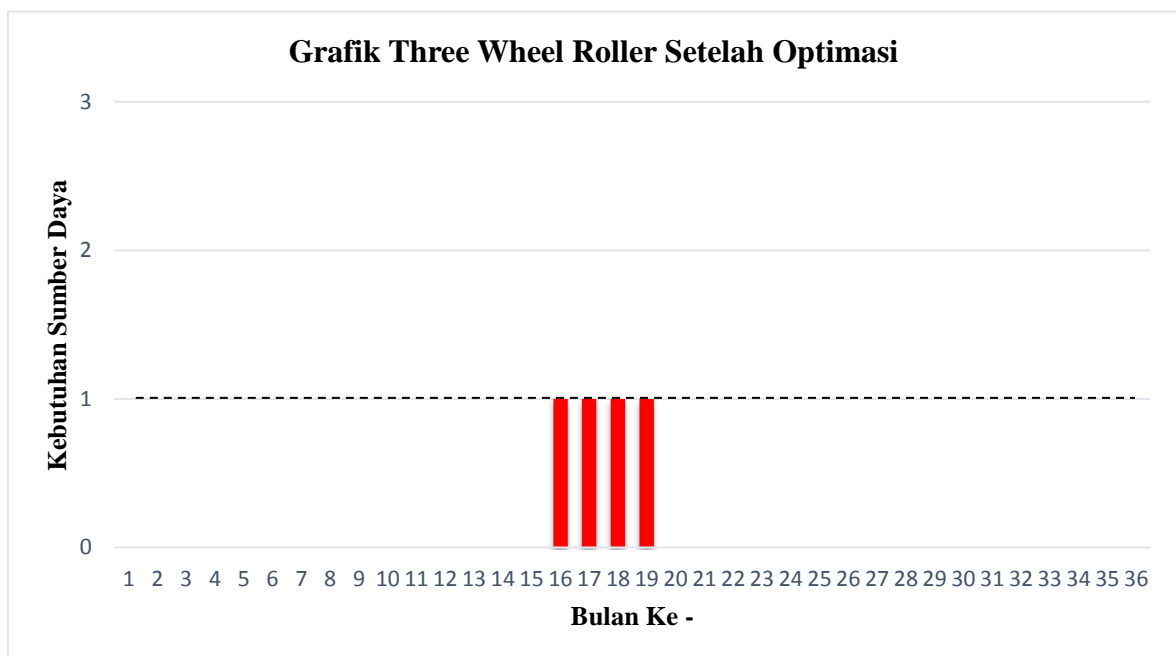
Gambar 4.37. Grafik *Wheel Loader* Sebelum Optimasi



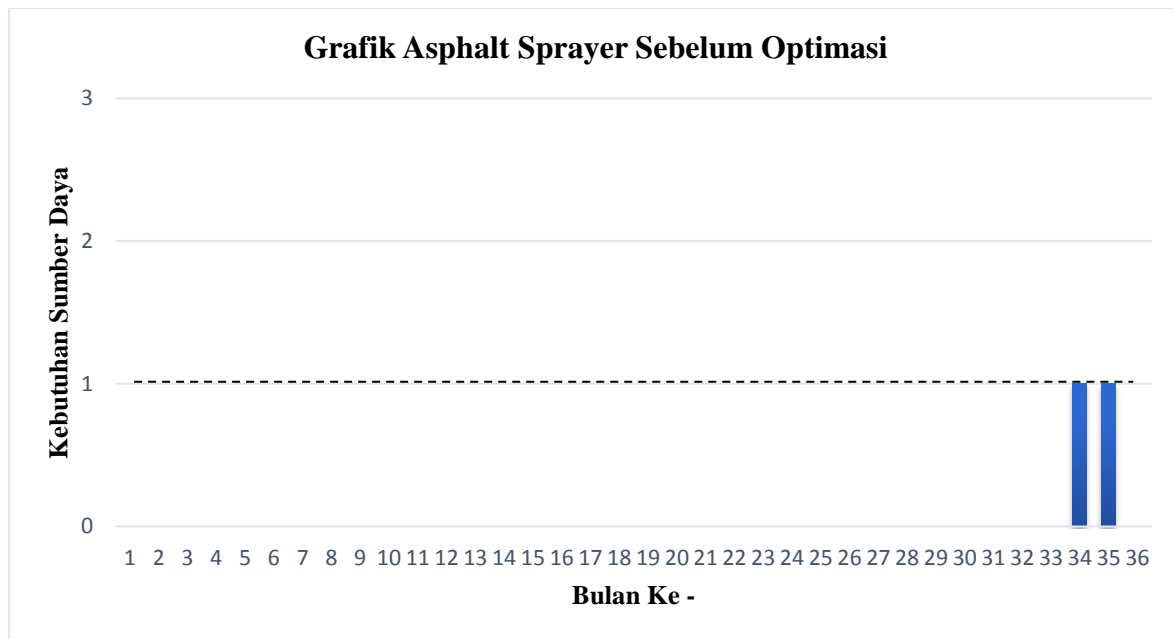
Gambar 4.38. Grafik *Wheel Loader* Setelah Optimasi



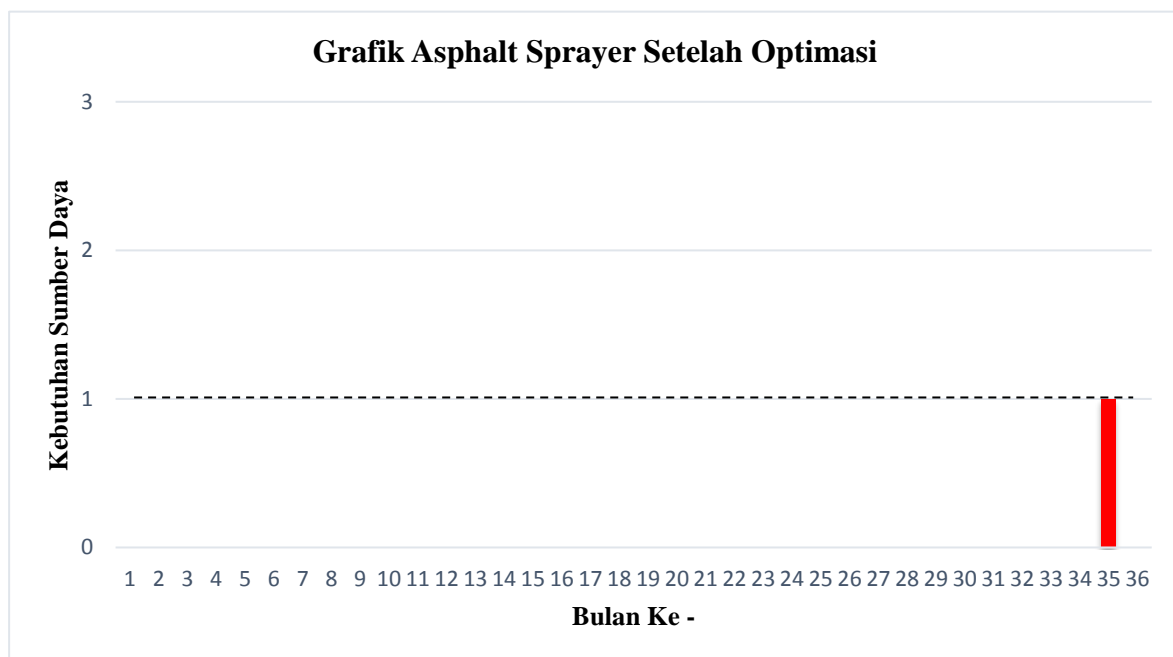
Gambar 4.39. Grafik *Three Wheel Roller* Sebelum Optimasi



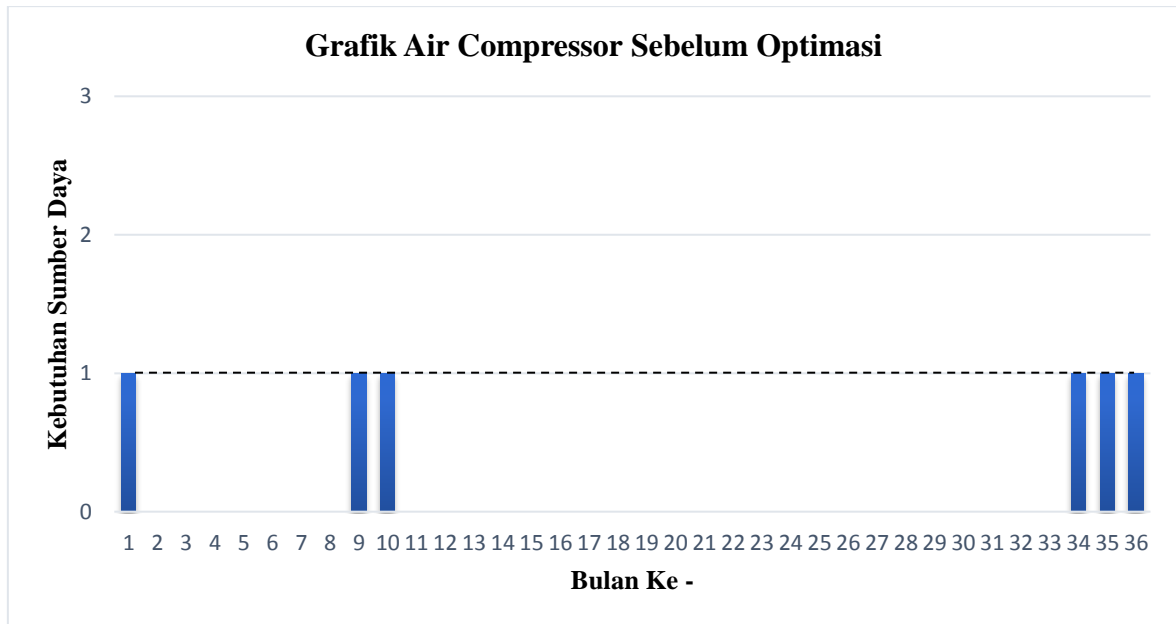
Gambar 4.40. Grafik *Three Wheel Roller* Setelah Optimasi



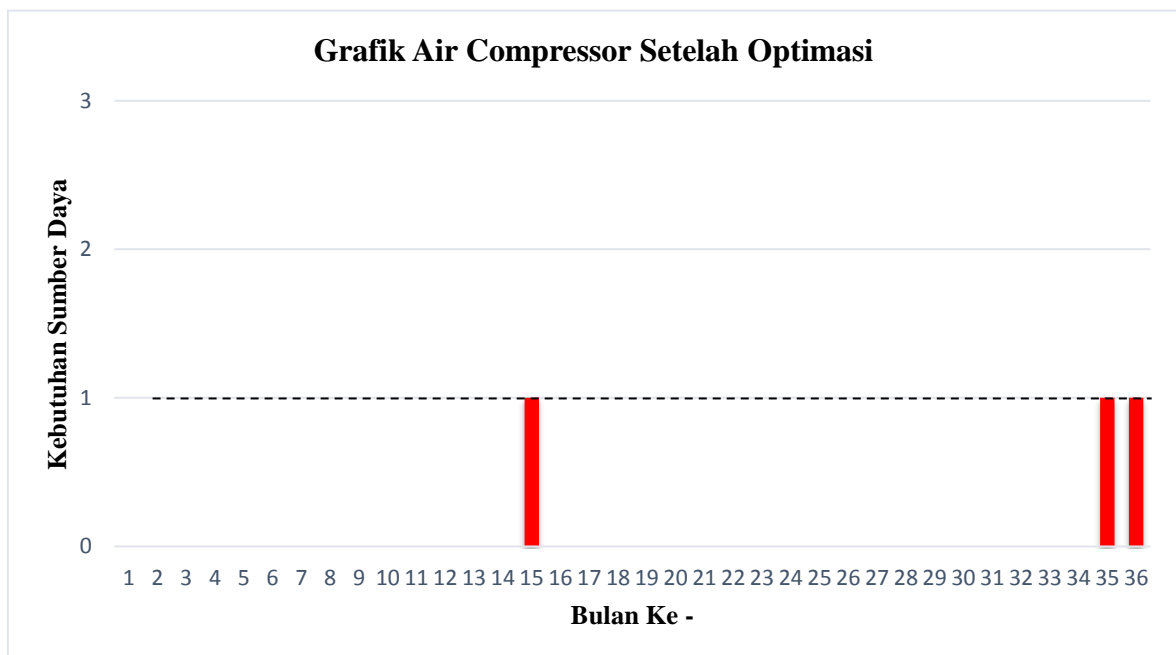
Gambar 4.41. Grafik Asphalt Sprayer Sebelum Optimasi



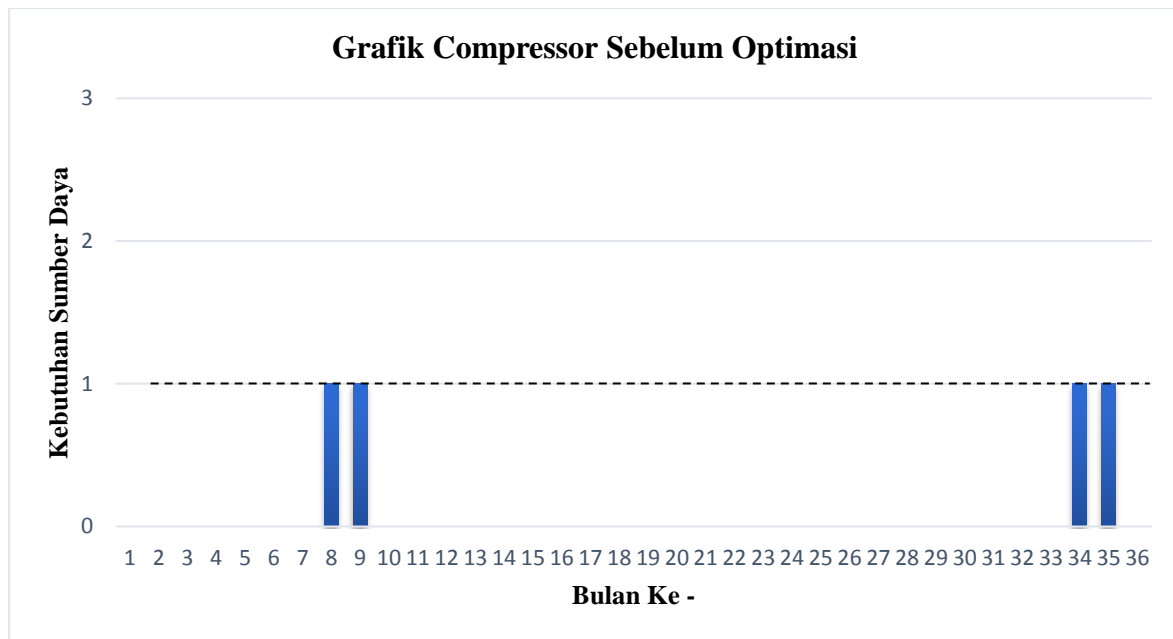
Gambar 4.42. Grafik Asphalt Sprayer Setelah Optimasi



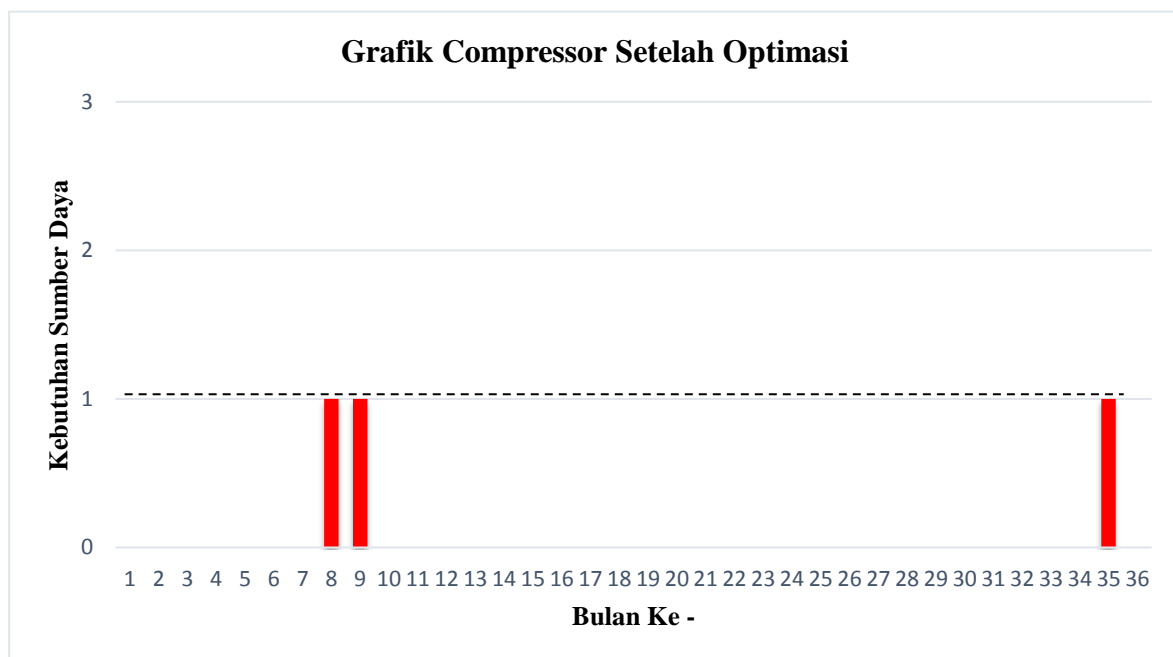
Gambar 4.43. Grafik Air Compressor Sebelum Optimasi



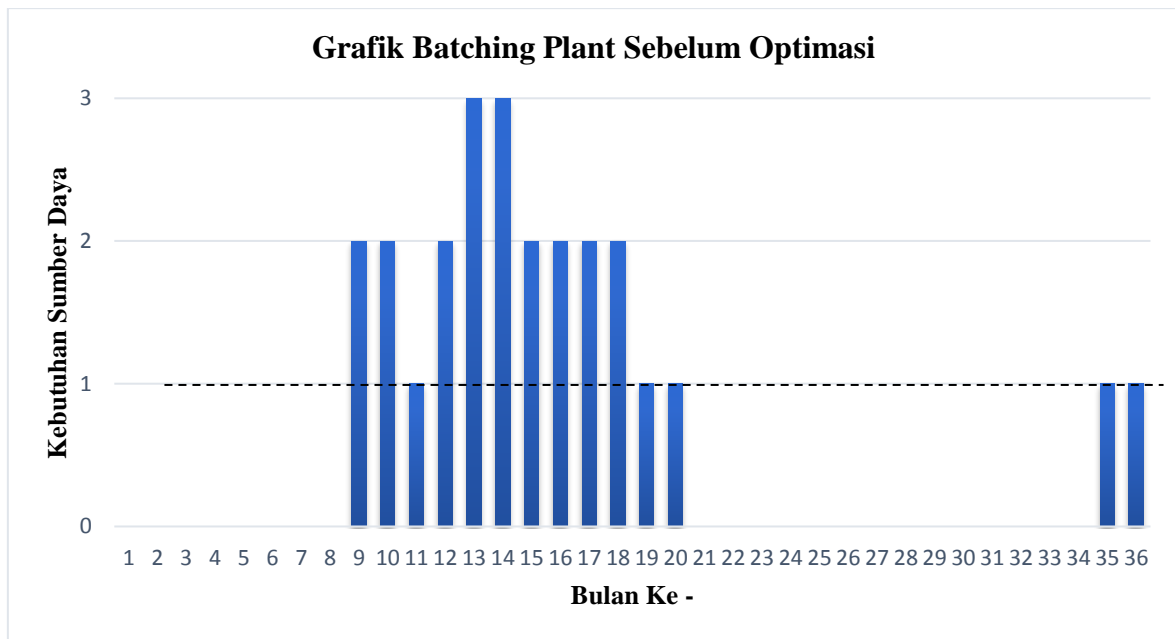
Gambar 4.44. Grafik Air Compressor Setelah Optimasi



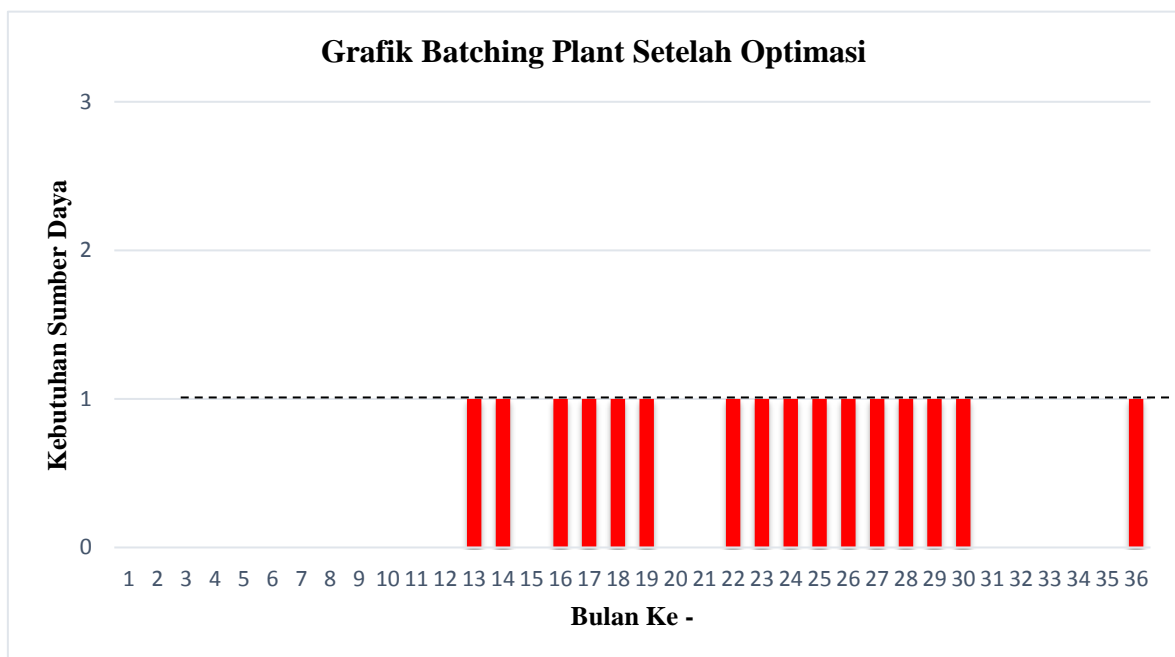
Gambar 4.45. Grafik *Compressor* Sebelum Optimasi



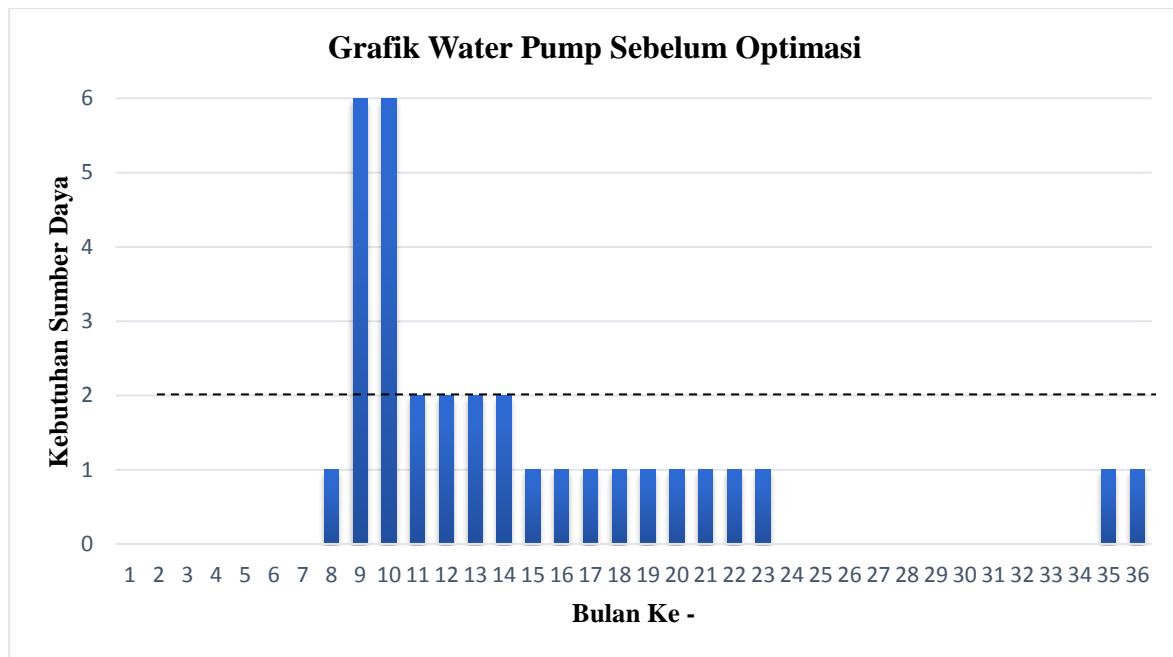
Gambar 4.46. Grafik *Compressor* Setelah Optimasi



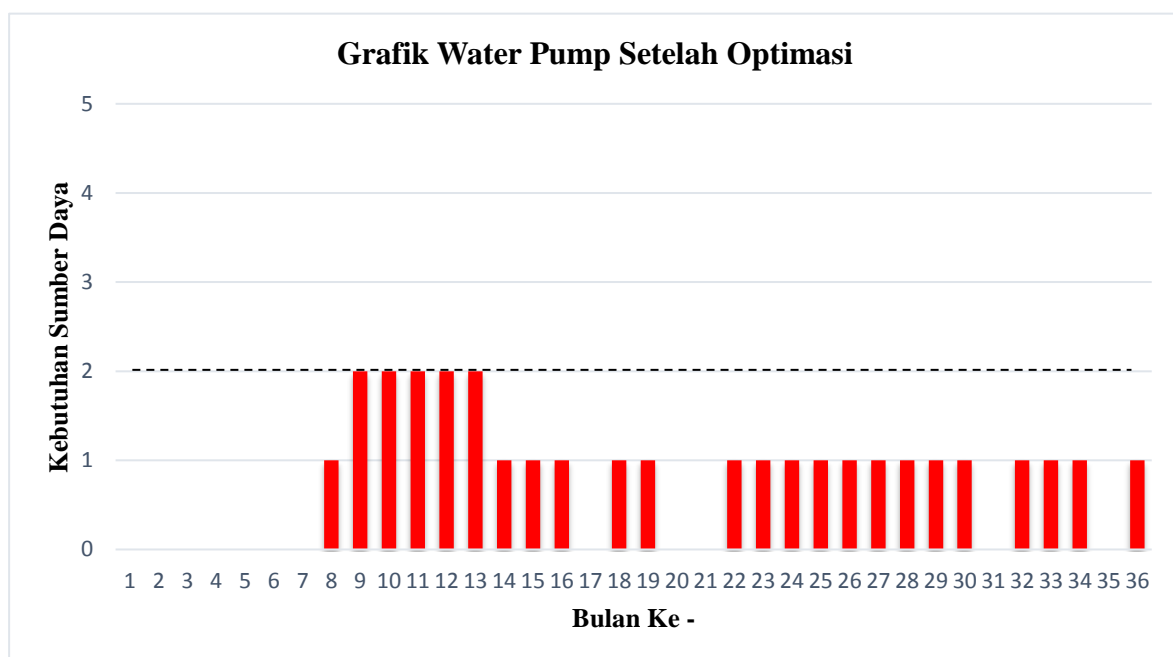
Gambar 4.47. Grafik *Batching Plant* Sebelum Optimasi



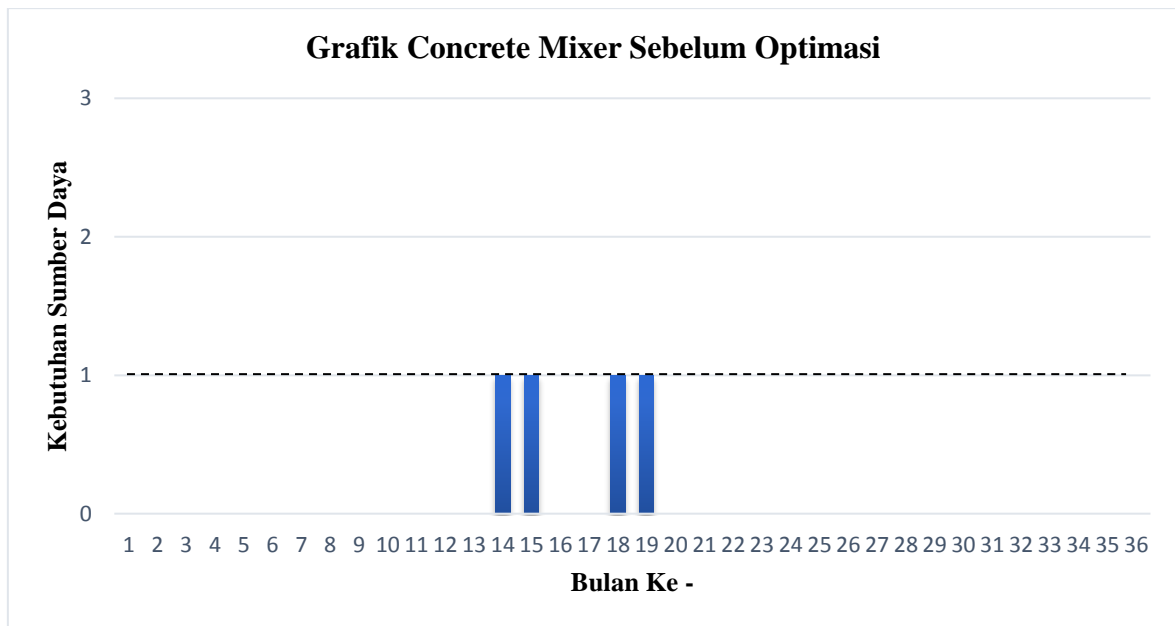
Gambar 4.48. Grafik *Batching Plant* Setelah Optimasi



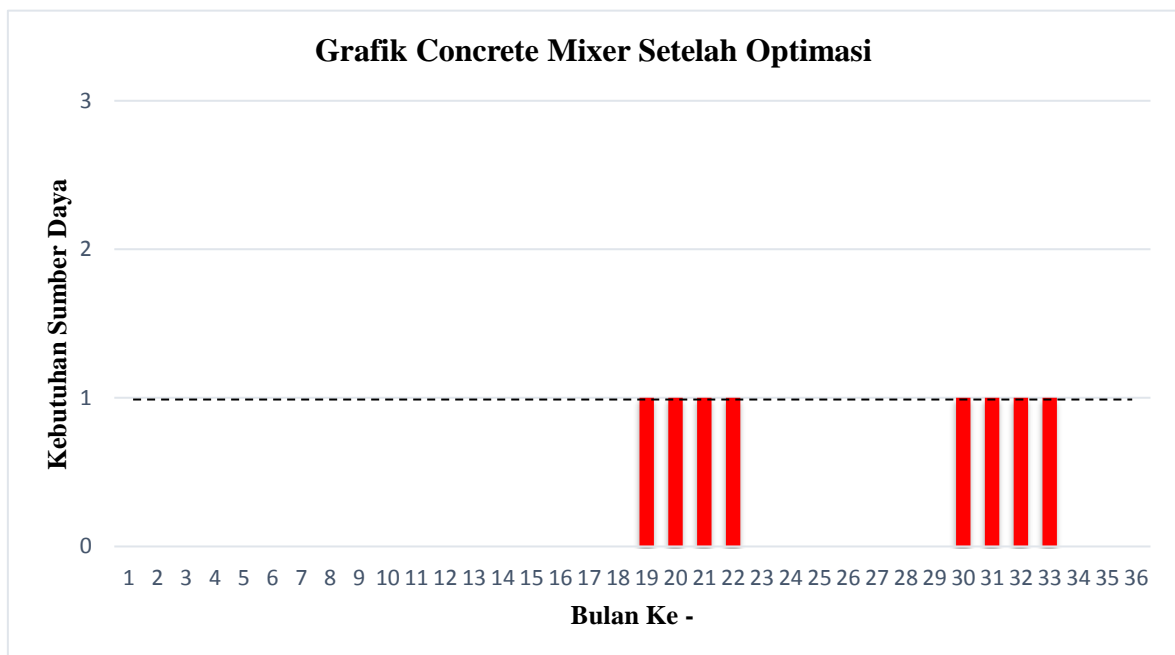
Gambar 4.49. Grafik Water Pump Sebelum Optimasi



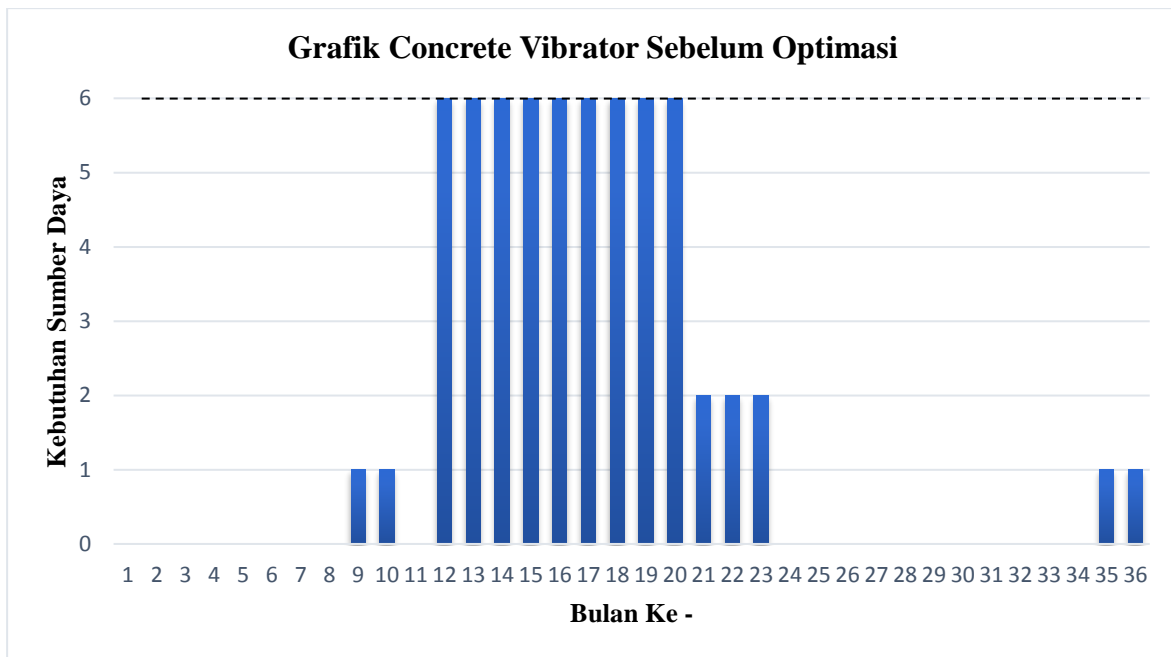
Gambar 4.50. Grafik Water Pump Setelah Optimasi



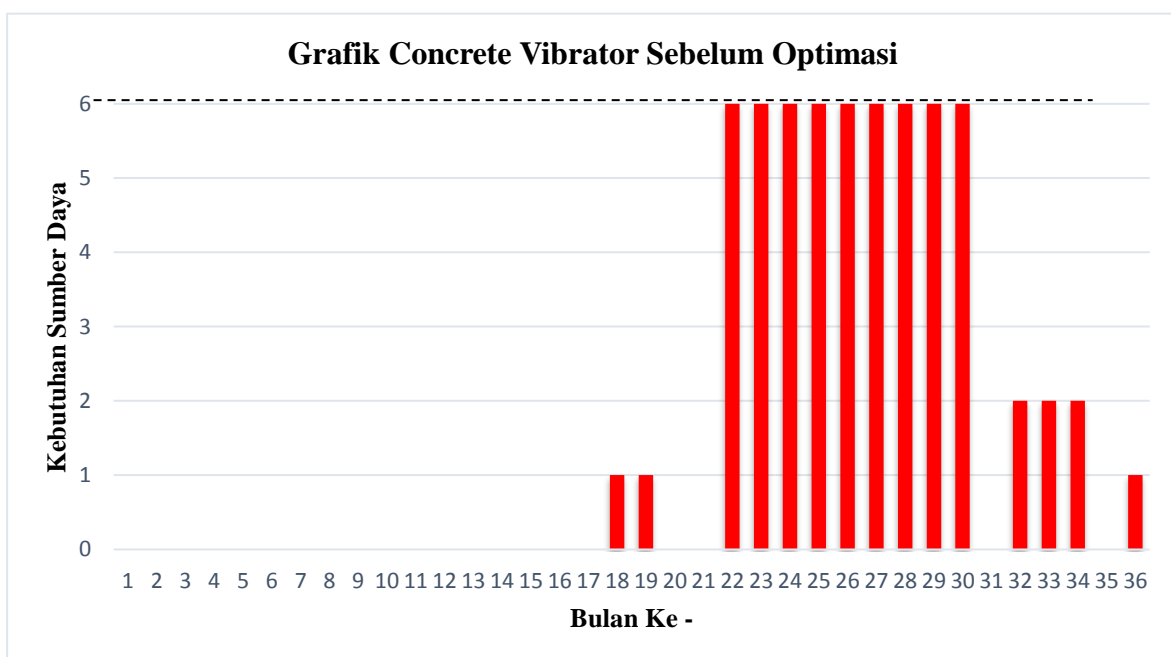
Gambar 4.51. Grafik Concrete Mixer Sebelum Optimasi



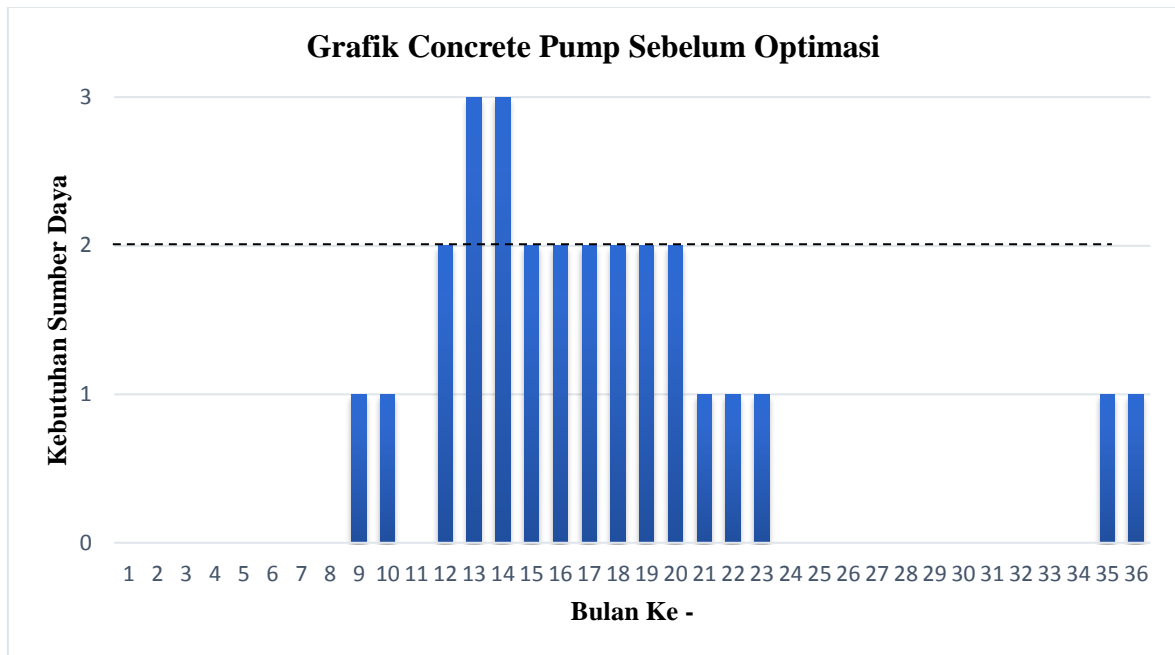
Gambar 4.52. Grafik Concrete Mixer Setelah Optimasi



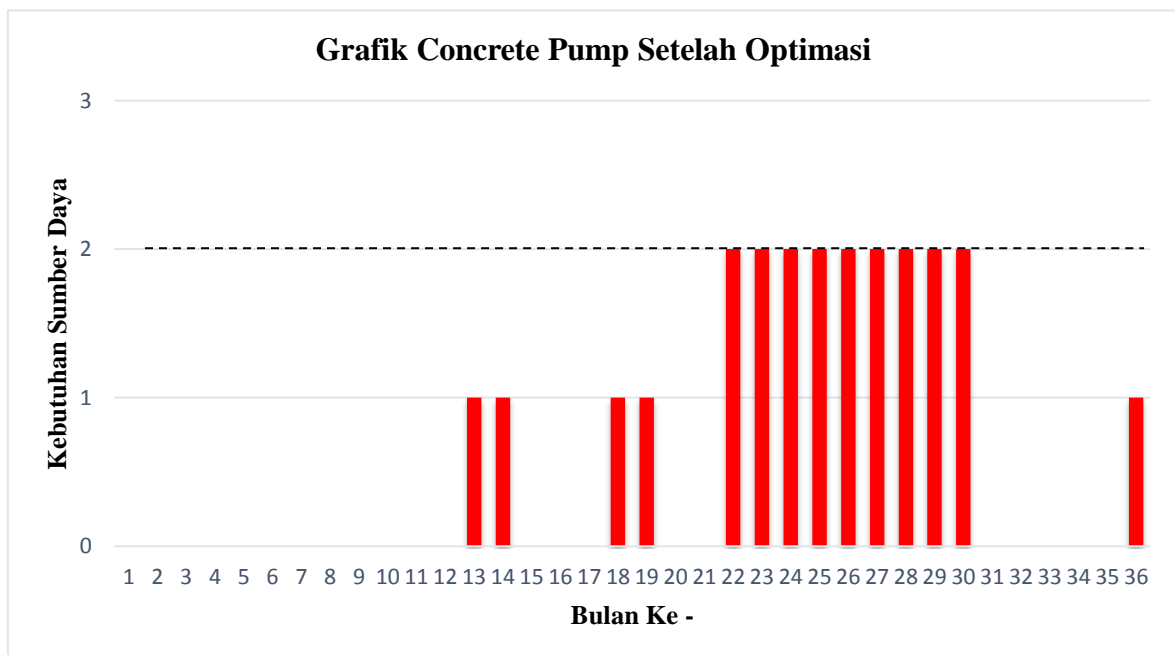
Gambar 4.53. Grafik Concrete Vibrator Sebelum Optimasi



Gambar 4.54. Grafik Concrete Vibrator Setelah Optimasi



Gambar 4.55. Grafik *Concrete Pump* Sebelum Optimasi



Gambar 4.56. Grafik *Concrete Pump* Setelah Optimasi

Setelah melakukan optimasi dengan cara mengatur kembali durasi masing-masing kegiatan dan logika ketergantungan pekerjaan/hubungan setiap item pekerjaan, maka diperoleh:

1. Waktu penyelesaian proyek sebelum dan setelah dilakukannya optimasi mengalami persamaan yaitu dimulai tanggal 2 Desember 2014 dan selesai pada tanggal 30 November 2017.

2. Rencana anggaran biaya yang dikeluarkan mengalami perubahan dikarenakan sumber daya yang digunakan harus sesuai dengan alokasi yang sudah ditentukan. Anggaran yang dibutuhkan sebelum dilakukannya optimasi sebesar Rp.362.375.227.000,00. Sedangkan anggaran yang dibutuhkan setelah dilakukan optimasi sebesar Rp.361.915.427.000,00. Terjadi penurunan anggaran sebesar Rp. 459.800.000,00 dengan efisiensi biaya sebesar 0,12 % dari biaya sebelum dilakukan optimasi.
3. Tidak terjadinya *ovelocated* antara kebutuhan sumber daya dengan ketersediaan sumber daya. Kebutuhan sumber daya didapatkan dari optimasi yang sudah direncanakan.

Sehingga dapat ditarik kesimpulan, pelaksanaan konstruksi *main dam* dan *spillway* pada Bendungan Gondang memerlukan waktu 1095 hari (2 Desember 2014 – 30 November 2017) dengan jumlah anggaran biaya yang dibutuhkan sebesar Rp.361.915.427.000,00. (Tiga Ratus Enam Puluh Satu Miliar Sembilan Ratus Lima Belas Juta Empat Ratus Dua Puluh Tujuh Ribu Rupiah).

4.5. Analisa Percepatan Jadwal Proyek

Dalam melakukan analisa percepatan jadwal suatu proyek, langkah awal yang perlu diperhatikan adalah memastikan bahwa durasi setiap pekerjaan telah sesuai dengan yang sudah direncanakan serta hubungan setiap pekerjaan sudah dirasa paling efektif. Analisa percepatan jadwal proyek bertujuan untuk bisa mengetahui jenis pekerjaan yang sangat berpengaruh terhadap keseluruhan proyek yang berada dalam lintasan kritis. Dari lintasan kritis inilah pekerjaan dapat di kompresi agar dapat mempercepat jadwal proyek pelaksanaan kontruksi *main dam* dan *spillway* pada Bendungan Gondang.

Berdasarkan jadwal pada *Microsoft Project Manager 2016* dapat dilihat lintasan kritis dari proyek pelaksanaan kontruksi *main dam* dan *spillway* pada Bendungan Gondang ini sebagai berikut:

Tabel 4.11.

Lintasan Kritis Pekerjaan Tanpa Alternatif

No.	Lintasan Kritis Proyek
1	Mobilisasi dan Demobilisasi
2	Penyediaan Air Bersih
3	Penyediaan Sarana Listrik
4	Penyediaan Sarana Telekomunikasi
5	Quality Control
6	Dokumentasi Foto dan Film Kemajuan Pekerjaan
7	Pembuatan Laporan Pelaksanaan Pekerjaan
8	Survey Pengukuran, Gambar Kerja dan Gambar Purna Laksana "as built drawing"
9	Pengamanan dan Pelaksanaan K3

Lanjutan Tabel 4.11.

Lintasan Kritis Pekerjaan Tanpa Alternatif

No.	Lintasan Kritis Proyek
10	Pencegahan HIV AIDS
11	Monitoring Lingkungan
12	Dewatering Pelaksanaan Bendungan
13	Pembersihan (Land Clearing and Grubbing)
14	Pengupasan (Stripping)
15	Galian Tanah Bendungan Utama
16	Galian Batu Bendungan Utama
17	Timbunan Kedap Air / Inti (Clay Material)
18	Timbunan Material Random
19	Timbunan Material Filter
20	Timbunan Rip-Rap
21	Lean Concrete
22	Pengeboran Rotary untuk Curtain Grouting
23	Pencampuran Bahan untuk Grouting
24	Pengaspalan ATB di atas Tubuh Bendungan
25	Trotoar (Beton Mutu K-175)
26	Handrail (Rantai Besi)
27	Pembersihan (Land Clearing and Grubbing)
28	Pengupasan (Stripping)
29	Galian Tanah Spillway
30	Galian Batu Spillway
31	Timbunan Tanah Kembali
32	Pengeboran Rotary untuk Consolidation Grouting
33	Pengeboran Rotary untuk Sub-Curtain Grouting
34	Beton Mutu K-175
35	Beton Mutu K-225
36	Bekisting tipe ekspose
37	Pasangan Batu 1 : 4
38	Plesteran 1 : 3
39	Siaran 1 : 2
40	Beton K-225 untuk Jembatan Penghubung
41	Besi Tulangan Beton Ulir untuk Jembatan Penghubung

Sumber: Hasil Perhitungan (2018).

4.5.1. Alternatif Percepatan Jadwal Proyek

Berdasarkan hasil analisa dan pengamatan di lapangan, alternatif yang akan digunakan untuk mempercepat jadwal proyek pelaksanaan konstruksi *main dam* dan *spillway* pada Bendungan Gondang adalah dengan menerapkan penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan sumber daya.

4.5.1.1. Percepatan Jadwal Proyek dengan Penambahan Jam Kerja

Alternatif penambahan jam kerja atau lembur dilakukan untuk mempercepat keseluruhan jadwal proyek. Perhitungan percepatan dengan penambahan jam kerja memiliki hal-hal yang perlu diperhatikan diantaranya:

1. Berdasarkan survei lapangan, jam kerja normal yang berlaku pada pembangunan Bendungan Gondang adalah 8 jam/hari selama 7 hari dalam seminggu.
2. Waktu kerja lembur yang memungkinkan dilakukan pada pembangunan Bendungan Gondang maksimal 4 jam dalam 1 hari dan 28 jam dalam seminggu.
3. Upah tenaga kerja lembur berdasarkan surat keputusan menteri tenaga kerja NO.KEP 72 / MEN / 84 tentang dasar perhitungan upah lembur adalah sebagai berikut:
 - a. Untuk jam kerja lembur 1 jam pertama, upah yang harus dibayarkan sebesar 150% dari upah normal.
 - b. Untuk jam kerja lembur setelah lebih dari 1 jam pertama, upah yang harus dibayarkan sebesar 200% dari upah normal.
4. Efisiensi kerja lembur adalah 80%

Untuk memudahkan perhitungan upah lembur pekerja, maka dibuat tabel 4.12. dengan keterangan kolom sebagai berikut:

1. Nomor;
2. Jenis tenaga kerja;
3. Upah dasar pekerja/hari (berdasarkan data harga upah dasar);
4. Upah dasar pekerja/jam (berdasarkan data harga upah dasar);
5. Upah satu jam pertama kerja lembur ($150\% \times$ upah dasar);
6. Upah perjam setelah satu jam pertama kerja lembur ($200\% \times$ upah dasar);
7. Jumlah upah lembur selama tiga jam (kolom 5 + (kolom 6 x 2)); dan
8. Upah perjam dalam satu hari setelah dilakukan kerja lembur selama tiga jam ((kolom 7 + (kolom 4 x 8)) / 11).

Tabel 4.12.

Perhitungan Upah Kerja Lembur

No.	Tenaga Kerja	Upah Dasar		Upah Lembur			
		(Rp./Hari)	(Rp./Jam)	Jam I	Jam II - IV	Jumlah	(Rp./Jam)
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Kepala Tukang Kayu/Cat/Listrik	61.500,00	8.790,00	13.185,00	17.580,00	65.925,00	11.353,75
2	Kepala Tukang Batu/Besi/Pipa/Beton	61.500,00	8.790,00	13.185,00	17.580,00	65.925,00	11.353,75
3	Mandor	58.500,00	8.360,00	12.540,00	16.720,00	62.700,00	10.798,33
4	Mekanik	61.500,00	8.790,00	13.185,00	17.580,00	65.925,00	11.353,75

Lanjutan Tabel 4.12.
Perhitungan Upah Kerja Lembur

No.	Tenaga Kerja	Upah Dasar		Upah Lembur			
		(Rp./Hari)	(Rp./Jam)	Jam I	Jam II - IV	Jumlah	(Rp./Jam)
1	2	3	4	5	6	7	8
5	Operator	61.500,00	8.790,00	13.185,00	17.580,00	65.925,00	11.353,75
6	Pekerja	43.000,00	6.140,00	9.210,00	12.280,00	46.050,00	7.930,83
7	Pembantu Mekanik	55.500,00	7.930,00	11.895,00	15.860,00	59.475,00	10.242,92
8	Pembantu Operator	48.500,00	6.930,00	10.395,00	13.860,00	51.975,00	8.951,25
9	Pembantu Supir	43.000,00	6.140,00	9.210,00	12.280,00	46.050,00	7.930,83
10	Pembantu Tukang Kayu/Cat/Listrik	43.000,00	6.140,00	9.210,00	12.280,00	46.050,00	7.930,83
11	Pembantu Tukang Batu/Besi/Pipa	43.000,00	6.140,00	9.210,00	12.280,00	46.050,00	7.930,83
12	Penyelam	108.000,00	15.430,00	23.145,00	30.860,00	115.725,00	19.930,42
13	Bor Master / Keahlian Khusus	149.800,00	21.400,00	32.100,00	42.800,00	160.500,00	27.641,67
14	Asisten Bor Master / Keahlian Khusus	107.000,00	15.290,00	22.935,00	30.580,00	114.675,00	19.749,58
15	Supir	60.000,00	8.570,00	12.855,00	17.140,00	64.275,00	11.069,58
16	Tukang Kayu/Cat/Listrik/Las	61.500,00	8.790,00	13.185,00	17.580,00	65.925,00	11.353,75
17	Tukang Batu/Besi/Pipa/Beton	55.500,00	7.930,00	11.895,00	15.860,00	59.475,00	10.242,92

Sumber: Data Perhitungan (2018).

Setelah dilakukan perhitungan upah kerja lembur, langkah selanjutnya adalah dengan melakukan analisa terhadap durasi pekerjaan yang berada dalam lintasan kritis. Dengan bertambahnya durasi jam kerja menyebabkan produktivitas pekerja per hari meningkat. Sehingga dengan jumlah tenaga kerja dan alat berat yang sama, dapat mempercepat durasi pekerjaan. Dalam melakukan analisa durasi pekerjaan, dilakukan perhitungan yang sama dengan perhitungan kebutuhan sumber daya, tetapi yang membedakan adalah perhitungan pekerjaan yang berada dalam lintasan kritis dan yang perlu digaris bawahi bahwa kebutuhan pekerja dan alat berat tidak boleh melebihi dari sebelum dilakukannya kerja lembur.

Untuk mempermudah perhitungan, maka dibuat tabel analisa durasi pekerjaan, dengan keterangan kolom sebagai berikut:

1. Nomor kode untuk setiap pekerjaan
2. Deskripsi pekerjaan
3. Besarnya volume pekerjaan
4. Satuan volume pekerjaan
5. Durasi pekerjaan
6. Sumber daya terpakai yang dibutuhkan untuk pekerjaan tersebut
7. Koefisien pekerjaan

8. Satuan koefisien pekerjaan
9. Jenis alat yang menunjang pekerjaan tersebut
10. Produktivitas alat berat dan pekerja, misal dalam pekerjaan timbunan kedap air/inti (*clay material*) pada *main dam*
 Koefisien pekerja = 0,158 jam
 Produktivitas pekerja = $1 / 0,158 \text{ jam} = 6,349 \text{ m}^2/\text{jam}$
11. Jumlah sumber daya manusia per hari, contoh pada pekerjaan timbunan kedap air/inti (*clay material*) pada *main dam*
 - Pekerja = $428881,56 / (115 \times (8+(0,8 \times 4)) \times 6,349)$
 $= 56,37 = 57 \text{ orang}$
 - Mandor = $428881,56 / (115 \times (8+(0,8 \times 4)) \times 38,023)$
 $= 9,41 = 10 \text{ orang}$
12. Jumlah sumber daya material per hari, contoh pada pekerjaan timbunan kedap air/inti (*clay material*) pada *main dam*
 - Urugan pilihan = $428881,56 / (115 \times (8+(0,8 \times 4)) \times 0,833)$
 $= 429,45 \text{ m}^3$
13. Jumlah sumberdaya alat per hari, contoh pada pekerjaan timbunan kedap air/inti (*clay material*) pada *main dam*
 - *Bulldozer* = $428881,56 / (115 \times (8+(0,8 \times 4)) \times 137,908)$
 $= 2,60 = 3 \text{ Bulldozer}$
 - *Vibrator roller* = $428881,56 / (115 \times (8+(0,8 \times 4)) \times 104,580)$
 $= 3,42 = 4 \text{ Vibrator roller}$
 - *Water Tanker* = $428881,56 / (115 \times (8+(0,8 \times 4)) \times 346,555)$
 $= 1,03 = 2 \text{ Water Tanker}$
 - *Excavator* = $428881,56 / (115 \times (8+(0,8 \times 4)) \times 69,471)$
 $= 5,15 = 6 \text{ Excavator}$
 - *Dump Truck* = $428881,56 / (115 \times (8+(0,8 \times 4)) \times 24,559)$
 $= 14,57 = 15 \text{ Dump Truck}$

Secara detail perhitungan durasi pekerjaan pada pelaksanaan konstruksi *main dam* dan *spillway* pada Bendungan Gondang akan dilampirkan dalam tabel berikut (Tabel 4.13).

Tabel 4.13.
Analisa Durasi Pekerjaan Pelaksanaan Konstruksi *Main Dam* dan *Spillway* pada Bendungan Gondang dengan Penambahan Jam Kerja

No.	Deskripsi Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Satuan	Durasi Pekerjaan	Sumber Daya Terpakai	Koefisien	Satuan	Jenis Alat	Produktivitas		Jumlah Kebutuhan / hari			Kebutuhan
			Volume	Hari			Koefisien		Orang / Alat	Satuan	SDM (Orang)	Material	Alat (bh)	Sumber Daya
Bendungan Utama (Main Dam)														
1.	Pembersihan (Land Clearing and Grubbing)	60389,00	m²	32	Pekerja	0,101	Jam		9,921	m²/jam	16,98			17
					Mandor	0,017	Jam		59,524	m²/jam	2,83			3
					Bulldozer	0,002	Jam	100 - 150 Hp with ripper	637,440	m²/jam			0,26	1
					Wheel Loader	0,003	Jam	1 - 1,6 m³	386,379	m²/jam			0,44	1
					Dump Truck	0,011	Jam	12 m³	94,668	m²/jam			1,78	2
2.	Pengupasan (Stripping)	60389,00	m²	32	Pekerja	0,101	Jam		9,921	m²/jam	16,98			17
					Mandor	0,017	Jam		59,524	m²/jam	2,83			3
					Bulldozer	0,005	Jam	100 - 150 Hp with ripper	213,429	m²/jam			0,79	1
					Wheel Loader	0,012	Jam	1 - 1,6 m³	82,999	m²/jam			2,03	3
					Dump Truck	0,009	Jam	12 m³	105,632	m²/jam			1,60	2
3.	Galian Tanah Bendungan Utama	14021,85	m³	21	Pekerja	0,309	Jam		3,236	m³/jam	18,42			19
					Mandor	0,031	Jam		32,362	m³/jam	1,84			2
					Alat Bantu	0,025	Set		40,000	m³/set			1,49	2
					Excavator	0,013	Jam	80 - 140 Hp	75,787	m³/jam			0,79	1
					Dump Truck	0,040	Jam	12 m³	25,231	m³/jam			2,36	3
4.	Galian Batu Bendungan Utama	79457,17	m³	54	Pekerja	0,175	Jam		5,714	m³/jam	22,99			23
					Mandor	0,018	Jam		57,143	m³/jam	2,30			3
					Alat Bantu	0,030	Set		33,333	m³/jam			3,94	4
					Excavator	0,013	Jam	80 - 140 Hp	75,787	m³/jam			1,73	2
					Excavator	0,055	Jam	w/ hydrolic rock breaker	18,131	m³/jam			7,25	8
					Dump Truck	0,078	Jam	12 m³	12,895	m³/jam			10,19	11
5.	Timbunan Kedap Air / Inti (Clay Material)	428881,56	m³	107	Pekerja	0,158	Jam		6,349	m³/jam	56,37			57
					Mandor	0,026	Jam		38,023	m³/jam	9,41			10
					Urugan Pilihan	1,200	m³		0,833			429,45		429
					Bulldozer	0,007	Jam	100-150 Hp With Ripper	137,908	m³/jam			2,60	3
					Vibrator Roller	0,010	Jam	5-8 T w/ Sheep foot	104,580	m³/jam			3,42	4
					Water Tanker	0,003	Jam	3000 - 4500 L	346,555	m³/jam			1,03	2
					Excavator	0,014	Jam	80 - 140 Hp	69,471	m³/jam			5,15	6
					Dump Truck	0,041	Jam	12 m³	24,559	m³/jam			14,57	15
6.	Timbunan Material Random	2079727,92	m³	235	Pekerja	0,158	Jam		6,349	m³/jam	124,45			125
					Mandor	0,026	Jam		38,023	m³/jam	20,78			21
					Tanah/Batuan Random	1,200	m³		0,833			948,20		948
					Bulldozer	0,005	Jam	100-150 Hp With Ripper	199,200	m³/jam			3,97	4
					Vibrator Roller	0,007	Jam	5-8 T w/ Sheep foot	152,513	m³/jam			5,18	6
					Dump Truck	0,041	Jam	12 m³	24,559	m³/jam			32,17	33
					Excavator	0,014	Jam	80 - 140 Hp	69,471	m³/jam			11,37	12
7.	Timbunan Material Filter	252630,60	m³	54	Pekerja	0,158	Jam		6,349	m³/jam	65,79			66
					Mandor	0,026	Jam		38,023	m³/jam	10,99			11
					Urugan Agregat Halus	1,200	m³		0,833			501,25		501
					Wheel Loader	0,012	Jam	1.0-1.6 M3	84,038	m³/jam			4,97	5
					Dump Truck	0,041	Jam	12 m³	24,559	m³/jam			17,01	18
					Bulldozer	0,007	Jam	100-150 Hp With Ripper	137,908	m³/jam			3,03	4
					Vibrator Roller	0,010	Jam	5-8 T w/ Sheep foot	104,580	m³/jam			3,99	4
8.	Timbunan Rip - Rap	96049,56	m³	86	Pekerja	1,123	Jam		0,890	m³/jam	111,98			112
					Mandor	0,112	Jam		8,905	m³/jam	11,20			12
					Batu 40 - 100 cm	1,200	m³		0,833			119,66		120
					Excavator	0,032	Jam	80 - 140 Hp	30,876	m³/jam			3,23	4
					Dump Truck	0,041	Jam	12 m³	24,559	m³/jam			4,06	5
					Alat Bantu	0,150	Set		6,667	m³/set			14,96	15

Lanjutan Tabel 4.13.
Analisa Durasi Pekerjaan Pelaksanaan Konstruksi *Main Dam* dan *Spillway* pada Bendungan Gondang dengan Penambahan Jam Kerja

No.	Deskripsi Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Satuan	Durasi Pekerjaan	Sumber Daya Terpakai	Koefisien	Satuan	Jenis Alat	Produktivitas		Jumlah Kebutuhan / hari			Kebutuhan Sumber Daya
			Volume	Hari			Koefisien		Orang / Alat	Satuan	SDM (Orang)	Material	Alat (bh)	
9.	Lean Concrete	185,00	m³	21	Pekerja	8,000	Jam		0,125	m³/jam	6,29			7
					Tukang	1,104	Jam		0,906	m³/jam	0,87			1
					Kepala Tukang	0,144	Jam		6,944	m³/jam	0,11			1
					Mandor	0,400	Jam		2,500	m³/jam	0,31			1
					Batu Kerikil	1012,000	Jam		0,001			796,00		780
					Pasir Cor	828,000	Kg		0,001			651,28		651
					PC	247,000	Kg		0,004			194,28		194
					Air	215,000	Liter		0,005			169,11		169
					Alat Bantu	1,250	Set		0,800	m³/set			0,98	1
					Batching Plant	0,075	Jam		13,280	m³/jam			0,06	1
					Concrete Pump	0,100	Jam		9,960	m³/jam			0,08	1
					Water Tanker	0,006	Jam	3000 - 4500 L	166,000	m³/jam			0,00	1
					Water Pump	0,027	Jam		36,520	m³/jam			0,02	1
13.	Pengeboran Rotary untuk Curtain Grouting	21715	m	107	Dump Truck	0,041	Jam	12 m³	24,394	m³/jam			0,03	1
					Bor Master	0,250	Jam		4,000	m/jam	4,53			5
					Pekerja	1,500	Jam		0,667	m/jam	27,18			28
					Casing Gip	0,100	m		10,000			1,81		2
					Bbm Water Pump	3,000	Liter		0,333			54,36		54
					Bbm Mesin Bor	5,000	Liter		0,200			90,60		91
					Water Pump	0,027	Jam		36,520	m/jam			0,50	1
					Mesin Bor	0,010	m		100,000				0,18	1
14.	Pencampuran Bahan untuk Grouting	171,00	ton	21	Pembantu Tukang	2,825	Jam		0,354	ton/jam	2,05			3
					Tukang	2,825	Jam		0,354	ton/jam	2,05			3
					Mandor	0,470	Jam		2,128	ton/jam	0,34			1
					Semen	1059,750	Kg		0,001			770,48		770
					Agregat Halus	2331,450	Kg		0,000			1695,06		1695
					Air Compressor	0,100	Jam		9,960	ton/jam			0,07	1
					Pekerja	0,148	Jam		6,744	m³/jam	5,47			6
					Mandor	0,023	Jam		43,649	m³/jam	0,84			1
					Agregat Kasar	0,034	m³		29,091			1,27		1
					Agreat Halus	0,030	m³		33,591			1,10		1
15.	Pengaspalan ATB di atas Tubuh Bendungan	8670,00	m³	21	Aspal	6,733	Kg		0,149			248,20		248
					Material Subbase-course kelas A	1,200	m³		0,833			44,23		44
					Material Subbase-course kelas C	1,200	m³		0,833			44,23		44
					Wheel Loader	0,050	Jam	1.0-1.6 M3	20,080	m³/jam			1,84	2
					Dump Truck	0,041	Jam	12 m³	24,394	m³/jam			1,51	2
					Asphalt Sprayer	0,001	Jam		1369,500	m³/jam			0,03	1
					Compressor	0,001	Jam	4000 - 6500	1369,500	m³/jam			0,03	1
					Motor Grader	0,015	Jam	> 100 Hp	64,800	m³/jam			0,57	1
					Water Tanker	0,006	Jam	3000 - 4500 L	166,000	m³/jam			0,22	1
					Pekerja	8,000	Jam		0,125	m³/jam	16,53			17
					Tukang	1,104	Jam		0,906	m³/jam	2,28			3
					Kepala Tukang	0,144	Jam		6,944	m³/jam	0,30			1
					Mandor	0,400	Jam		2,500	m³/jam	0,83			1
					Batu Pecah	1029,000	Jam		0,001			2126,25		2127
16.	Trotoar (Beton Mutu K-175)	486,00	m³	21	Pasir Cor	760,000	Kg		0,001			1570,41		1571
					PC	326,000	Kg		0,003			673,62		674
					Air	215,000	Liter		0,005			444,26		445
					Alat Bantu	1,250	Set		0,800	m³/set			2,58	3
					Batching Plant	0,075	Jam		13,280	m³/jam			0,16	1
					Concrete Pump	0,100	Jam		9,960	m³/jam			0,21	1
					Concrete Vibrator	0,402	Jam		2,490	m³/jam			0,83	1
					Water Tanker	0,006	Jam	3000 - 4500 L	166,000	m³/jam			0,01	1
					Water Pump	0,027	Jam		36,520	m³/jam			0,06	1
					Dump Truck	0,012	Jam	12 m³	81,312	m³/jam			0,03	1

Lanjutan Tabel 4.13.

Analisa Durasi Pekerjaan Pelaksanaan Konstruksi *Main Dam* dan *Spillway* pada Bendungan Gondang dengan Penambahan Jam Kerja

No.	Deskripsi Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Satuan	Durasi Pekerjaan	Sumber Daya Terpakai	Koefisien	Satuan	Jenis Alat	Produktivitas		Jumlah Kebutuhan / hari			Kebutuhan
			Volume	Hari			Koefisien		Orang / Alat	Satuan	SDM (Orang)	Material	Alat (bh)	Sumber Daya
17.	Handrail (Rantai Besi)	1200,00	m	11	Pekerja	0,175	Jam		5,714	m/jam	1,70			2
					Tukang	0,350	Jam		2,857	m/jam	3,41			4
					Pipa Giv Medium	1,050	m		0,952			10,23		11
					Cat	0,007	kg		147,059			0,07		1
					Beton K-175	0,009	m³		111,111			0,09		1
					Tulangan Beton	1,154	kg		0,867			11,24		12
Bangunan Pelimpah (Spillway)														
1.	Pembersihan (Land Clearing and Grubbing)	21052,00	m²	21	Pekerja	0,101	Jam		9,921	m²/jam	9,02			10
					Mandor	0,017	Jam		59,524	m²/jam	1,50			2
					Bulldozer	0,002	Jam	100 - 150 Hp with ripper	637,440	m²/jam			0,14	1
					Wheel Loader	0,003	Jam	1 - 1,6 m³	386,379	m²/jam			0,23	1
					Dump Truck	0,011	Jam	12 m³	94,668	m²/jam			0,95	1
2.	Pengupasan (Stripping)	21052,00	m²	21	Pekerja	0,101	Jam		9,921	m²/jam	9,02			10
					Mandor	0,017	Jam		59,524	m²/jam	1,50			2
					Bulldozer	0,005	Jam	100 - 150 Hp with ripper	213,429	m²/jam			0,42	1
					Wheel Loader	0,012	Jam	1 - 1,6 m³	82,999	m²/jam			1,08	2
					Dump Truck	0,009	Jam	12 m³	105,632	m²/jam			0,85	1
3.	Galian Tanah Spillway	218584,94	m³	64	Pekerja	0,309	Jam		3,236	m³/jam	94,23			95
					Mandor	0,031	Jam		32,362	m³/jam	9,42			10
					Alat Bantu	0,025	Set		40,000	m³/set			7,62	8
					Excavator	0,013	Jam	80 - 140 Hp	75,787	m³/jam			4,02	5
					Dump Truck	0,040	Jam	12 m³	25,231	m³/jam			12,09	13
4.	Galian Batu Spillway	1238648,00	m³	193	Pekerja	0,175	Jam		5,714	m³/jam	100,28			101
					Mandor	0,018	Jam		57,143	m³/jam	10,03			11
					Alat Bantu	0,030	Set		33,333	m³/jam			17,19	18
					Excavator	0,013	Jam	80 - 140 Hp	75,787	m³/jam			7,56	8
					Excavator	0,055	Jam	w/ hydrolic rock breaker	18,131	m³/jam			31,61	32
					Dump Truck	0,078	Jam	12 m³	12,895	m³/jam			44,44	45
5.	Timbunan Tanah Kembali	5408,34	m³	64	Pekerja	1,313	Jam		0,762	m³/jam	9,91			10
					Mandor	0,088	Jam		11,364	m³/jam	0,66			1
					Alat Bantu	0,040	set		25,000	m³/jam			0,30	1
					Vibrator Roller	0,007	Jam	5-8 T w/ Sheep foot	152,513	m³/jam			0,05	1
					Three Wheel Roller	0,007	Jam	6-8 T	140,063	m³/jam			0,05	1
6.	Pengeboran Rotary untuk Consolidation Grouting	225,00	m	11	Bor Master	0,250	Jam		4,000	m/jam	0,46			1
					Pekerja	1,500	Jam		0,667	m/jam	2,74			3
					Casing Gip	0,100	m		10,000			0,18		1
					Bbm Water Pump	3,000	Liter		0,333			5,48		6
					Bbm Mesin Bor	5,000	Liter		0,200			9,13		9
					Water Pump	0,027	Jam		36,520	m/jam			0,05	1
					Mesin Bor	0,010	m		100,000				0,02	1
7.	Pengeboran Rotary untuk Sub-Curtain Grouting	675,00	m	21	Bor Master	0,250	Jam		4,000	m/jam	0,72			1
					Pekerja	1,500	Jam		0,667	m/jam	4,30			5
					Casing Gip	0,100	m		10,000			0,29		1
					Bbm Water Pump	3,000	Liter		0,333			8,61		9
					Bbm Mesin Bor	5,000	Liter		0,200			14,35		14
					Water Pump	0,027	Jam		36,520	m/jam			0,08	1
					Mesin Bor	0,010	m		100,000				0,03	1

Lanjutan Tabel 4.13.
Analisa Durasi Pekerjaan Pelaksanaan Konstruksi *Main Dam* dan *Spillway* pada Bendungan Gondang dengan Penambahan Jam Kerja

No.	Deskripsi Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Satuan	Durasi Pekerjaan	Sumber Daya Terpakai	Koefisien	Satuan	Jenis Alat	Produktivitas		Jumlah Kebutuhan / hari			Kebutuhan
			Volume	Hari			Koefisien		Orang / Alat	Satuan	SDM (Orang)	Material	Alat (bh)	Sumber Daya
10.	Beton Mutu K-175	351,76	m ³	21	Pekerja	8,000	Jam		0,125	m ³ /jam	11,96			12
					Tukang	1,104	Jam		0,906	m ³ /jam	1,65			2
					Kepala Tukang	0,144	Jam		6,944	m ³ /jam	0,22			1
					Mandor	0,400	Jam		2,500	m ³ /jam	0,60			1
					Batu Pecah	1029,000	Jam		0,001			1538,93		1539
					Pasir Cor	760,000	Kg		0,001			1136,63		1137
					PC	326,000	Kg		0,003			487,55		488
					Air	215,000	Liter		0,005			321,55		322
					Alat Bantu	1,250	Set		0,800	m ³ /set			1,87	2
					Batching Plant	0,075	Jam		13,280	m ³ /jam			0,11	1
					Concrete Pump	0,100	Jam		9,960	m ³ /jam			0,15	1
					Concrete Vibrator	0,402	Jam		2,490	m ³ /jam			0,60	1
					Water Tanker	0,006	Jam	3000 - 4500 L	166,000	m ³ /jam			0,01	1
					Water Pump	0,027	Jam		36,520	m ³ /jam			0,04	1
					Dump Truck	0,012	Jam	12 m ³	81,312	m ³ /jam			0,02	1
11.	Beton Mutu K-225	28023,86	m ³	171	Pekerja	8,000	Jam		0,125	m ³ /jam	117,06			118
					Tukang	1,104	Jam		0,906	m ³ /jam	16,15			17
					Kepala Tukang	0,144	Jam		6,944	m ³ /jam	2,11			3
					Mandor	0,400	Jam		2,500	m ³ /jam	5,85			6
					Batu pecah	1047,000	kg		0,001			15320,06		15321
					Pasir cor	689,000	kg		0,001			10081,68		10082
					PC	371,000	kg		0,003			5428,60		5429
					Air	215,000	liter		0,005			3145,95		3146
					Alat bantu	1,250	set		0,800	m ³ /set			18,29	19
					Batching Plant	0,075	Jam		13,280	m ³ /jam			1,10	2
					Concrete Pump	0,100	Jam		9,960	m ³ /jam			1,47	2
					Concrete Vibrator	0,402	Jam		2,490	m ³ /jam			5,88	6
					Water Tanker	0,006	Jam	3000 - 4500 L	166,000	m ³ /jam			0,09	1
					Water Pump	0,027	Jam		36,520	m ³ /jam			0,40	1
					Dump Truck	0,012	Jam	12 m ³	81,312	m ³ /jam			0,18	1
13.	Bekisting Type Ekspose	17637,87	m ²	64	Pekerja	2,000	Jam		0,500	m ² /jam	49,21			50
					Tukang	4,800	Jam		0,208	m ² /jam	118,11			119
					Kepala Tukang	0,480	Jam		2,083	m ² /jam	11,81			12
					Mandor	0,096	Jam		10,417	m ² /jam	2,36			3
					Paku 5 cm dan 7 cm	0,350	kg		2,857			8,61		9
					Multipleks 12 mm	0,350	lembar		2,857			8,61		9
					Dolken 8~10 cm	0,028	Jam		35,714			0,69		1
					Minyak bekisting	0,028	set		35,714			0,69		1
					Alat Bantu	0,500	set		2,000	m ² /set			12,30	13
20.	Pasangan Batu 1 : 4	750,00	m ³	64	Pekerja	8,220	Jam		0,122	m ³ /jam	8,60			9
					Tukang	2,740	Jam		0,365	m ³ /jam	2,87			3
					Mandor	1,074	Jam		0,931	m ³ /jam	1,12			2
					PC	163,000	kg		0,006			170,55		171
					Batu belah	1,200	m ³		0,833			1,26		2
					Pasir Pasang	0,520	m ³		1,923			0,54		1
					Concrete Mixer	0,080	Jam	0,3-0,6 M3	12,450	m ³ /jam			0,08	1
21.	Plesteran 1 : 3	216,50	m ³	21	Pekerja	2,450	Jam		0,408	m ³ /jam	2,26			3
					Tukang	1,190	Jam		0,840	m ³ /jam	1,10			2
					Mandor	0,140	Jam		7,143	m ³ /jam	0,13			1
					PC	10,470	kg		0,096			9,64		10
					Pasir Pasang	0,015	m ³		66,667			0,01		1
					Alat Bantu	0,100	set		10,000	m ³ /set			0,09	1
22.	Siaran 1 : 2	176,50	m ²	11	Pekerja	2,520	Jam		0,397	m ² /jam	3,61			4
					Tukang	0,840	Jam		1,190	m ² /jam	1,20			2
					Mandor	0,126	Jam		7,937	m ² /jam	0,18			1
					PC	4,040	kg		0,248			5,79		6
					Pasir Pasang	0,010	m ²		103,093			0,01		1
					Alat bantu	0,010	set		100,000	m ² /set			0,01	1

Lanjutan Tabel 4.13.
Analisa Durasi Pekerjaan Pelaksanaan Konstruksi *Main Dam* dan *Spillway* pada Bendungan Gondang dengan Penambahan Jam Kerja

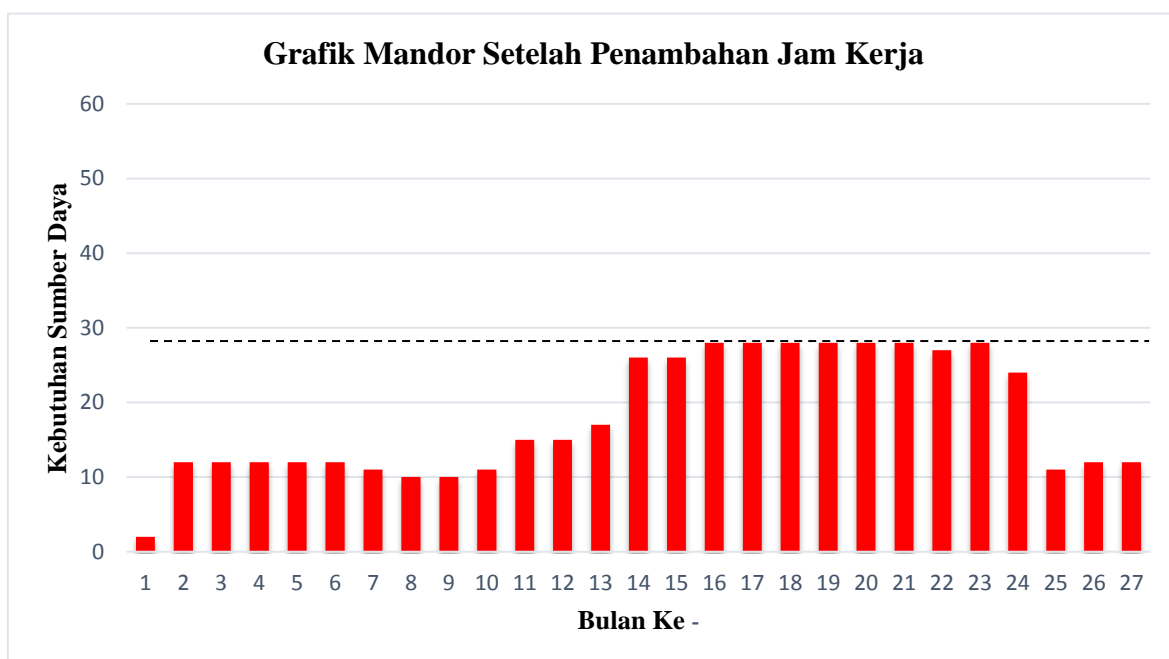
No.	Deskripsi Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Satuan	Durasi Pekerjaan	Sumber Daya Terpakai	Koefisien	Satuan	Jenis Alat	Produktivitas		Jumlah Kebutuhan / hari			Kebutuhan
			Volume	Hari			Koefisien		Orang / Alat	Satuan	SDM (Orang)	Material	Alat (bh)	Sumber Daya
23.	Beton Mutu K-225 untuk Jembatan Penghubung	1473,00	m³	32	Pekerja	8,000	Jam		0,125	m³/jam	32,88			33
					Tukang	1,104	Jam		0,906	m³/jam	4,54			5
					Kepala Tukang	0,144	Jam		6,944	m³/jam	0,59			1
					Mandor	0,400	Jam		2,500	m³/jam	1,64			2
					Batu pecah	1047,000	kg		0,001			4303,10		4304
					Pasir cor	689,000	kg		0,001			2831,74		2832
					PC	371,000	kg		0,003			1524,79		1525
					Air	215,000	liter		0,005			883,64		884
					Alat bantu	1,250	set		0,800	m³/set			5,14	6
					Batching Plant	0,075	Jam		13,280	m³/jam			0,31	1
					Concrete Pump	0,100	Jam		9,960	m³/jam			0,41	1
					Concrete Vibrator	0,402	Jam		2,490	m³/jam			1,65	2
					Water Tanker	0,006	Jam	3000 - 4500 L	166,000	m³/jam			0,02	1
					Water Pump	0,027	Jam		36,520	m³/jam			0,11	1
					Dump Truck	0,012	Jam	12 m³	81,312	m³/jam			0,05	1
24.	Besi Tulangan Beton Ulir untuk Jembatan Penghubung	162043,00	kg	32	Pekerja	0,124	Jam		8,065	kg/jam	56,06			57
					Tukang	0,248	Jam		4,032	kg/jam	112,13			113
					Mandor	0,031	Jam		32,258	kg/jam	14,02			15
					Besi Beton Ulir	1,100	kg		0,909			497,34		497

Sumber: Data Perhitungan (2018).

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



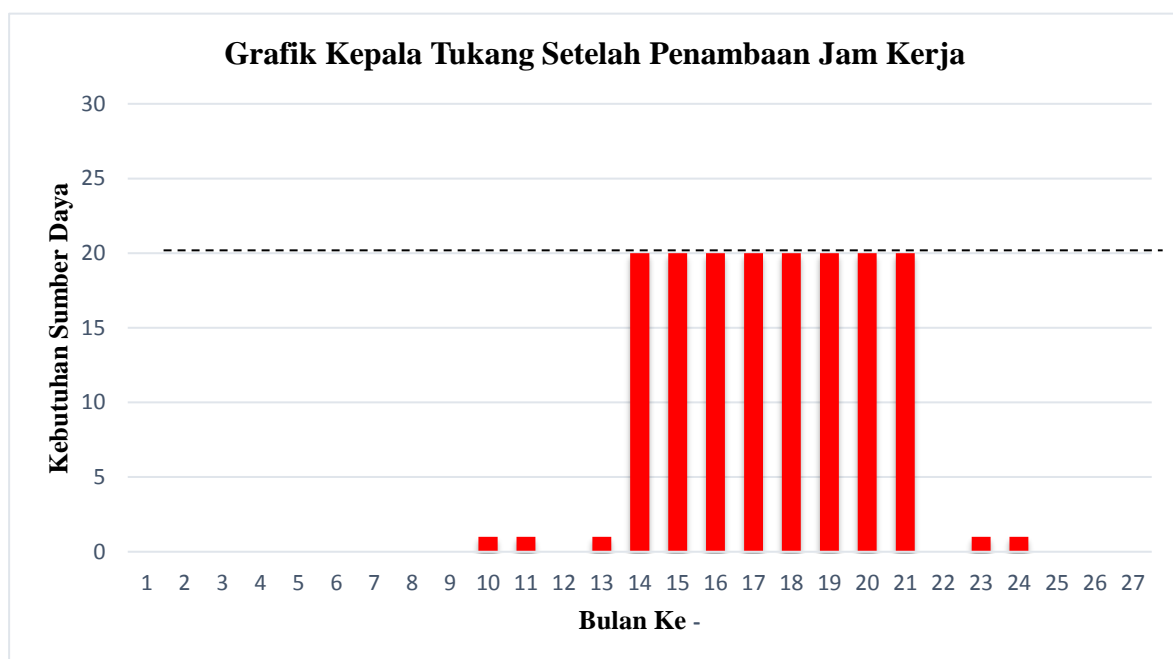
Gambar 4.57. Grafik Pekerja Setelah Penambahan Jam Kerja



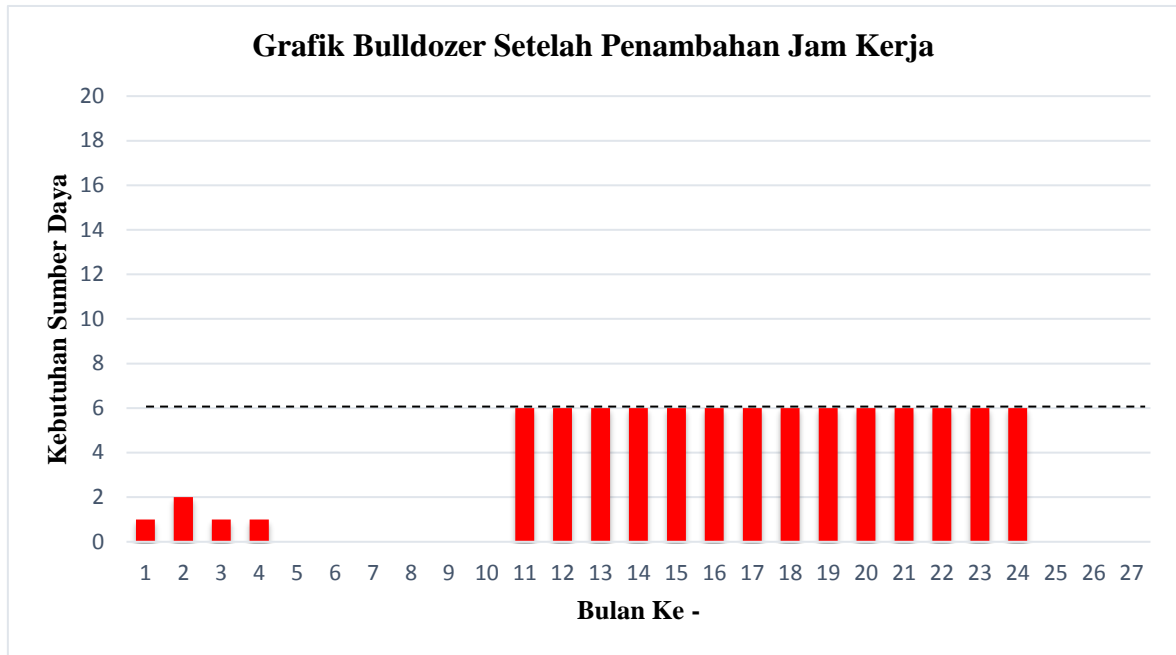
Gambar 4.58. Grafik Mandor Setelah Penambahan Jam Kerja



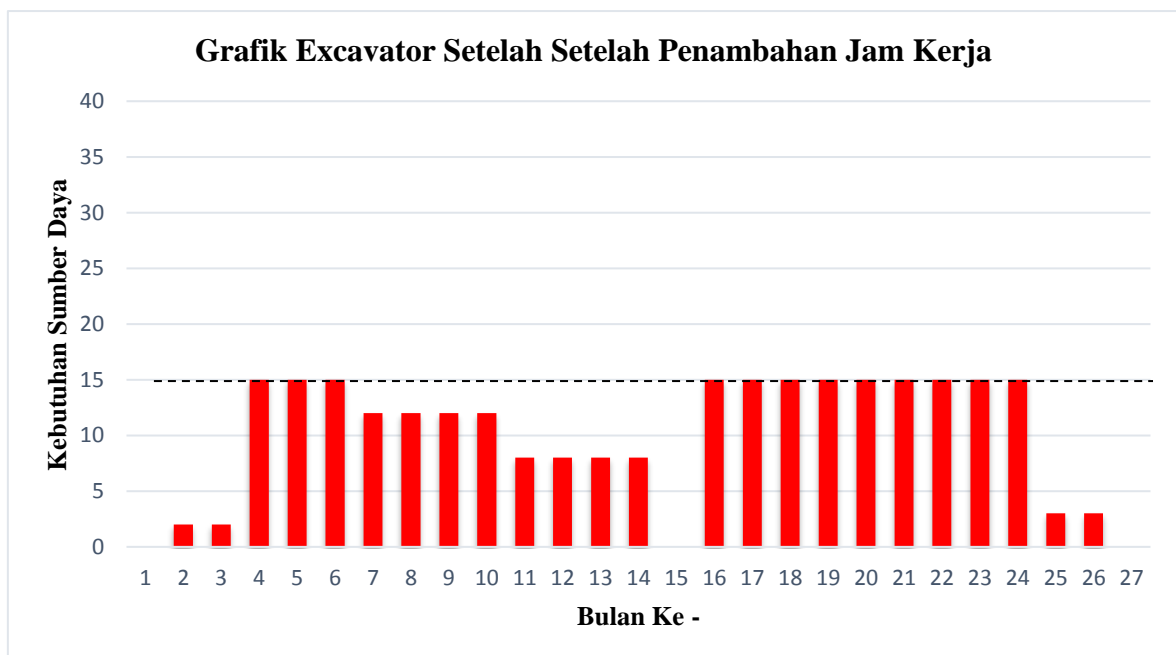
Gambar 4.59. Grafik Tukang Setelah Penambahan Jam Kerja



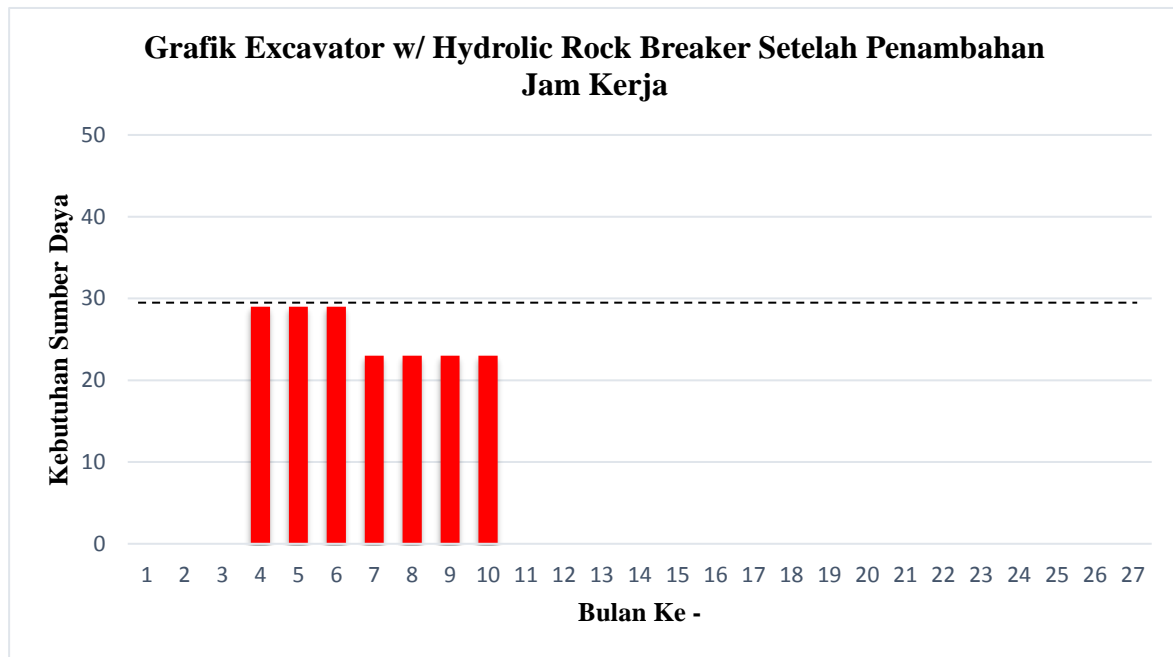
Gambar 4.60. Grafik Kepala Tukang Setelah Penambahan Jam Kerja



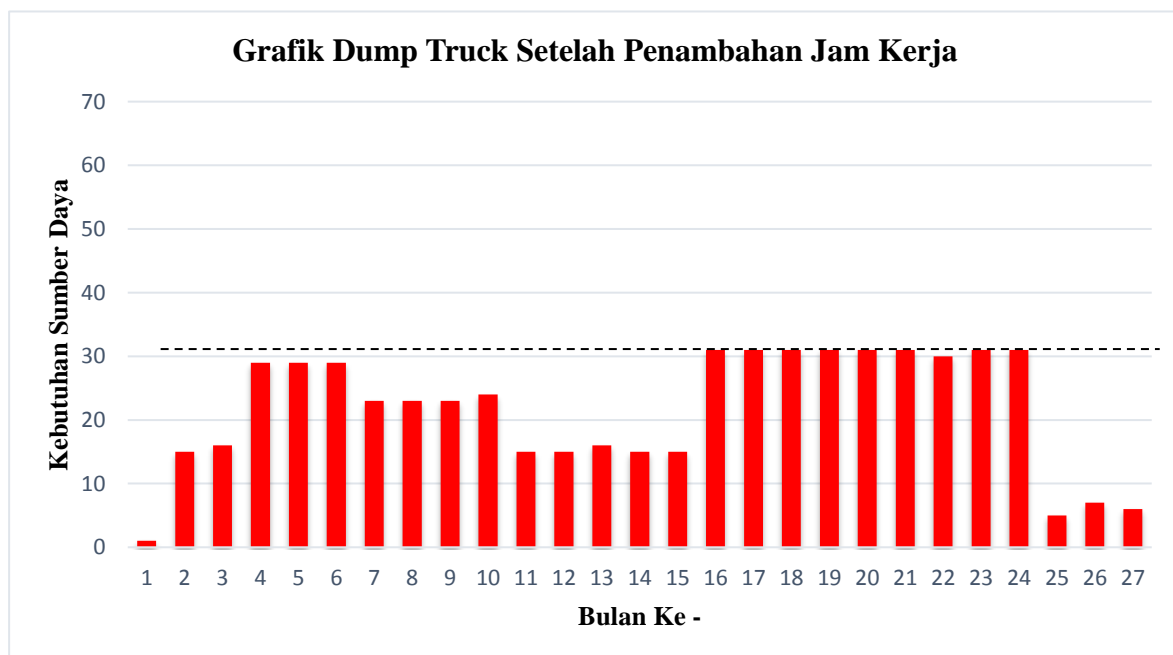
Gambar 4.61. Grafik *Bulldozer* Setelah Penambahan Jam Kerja



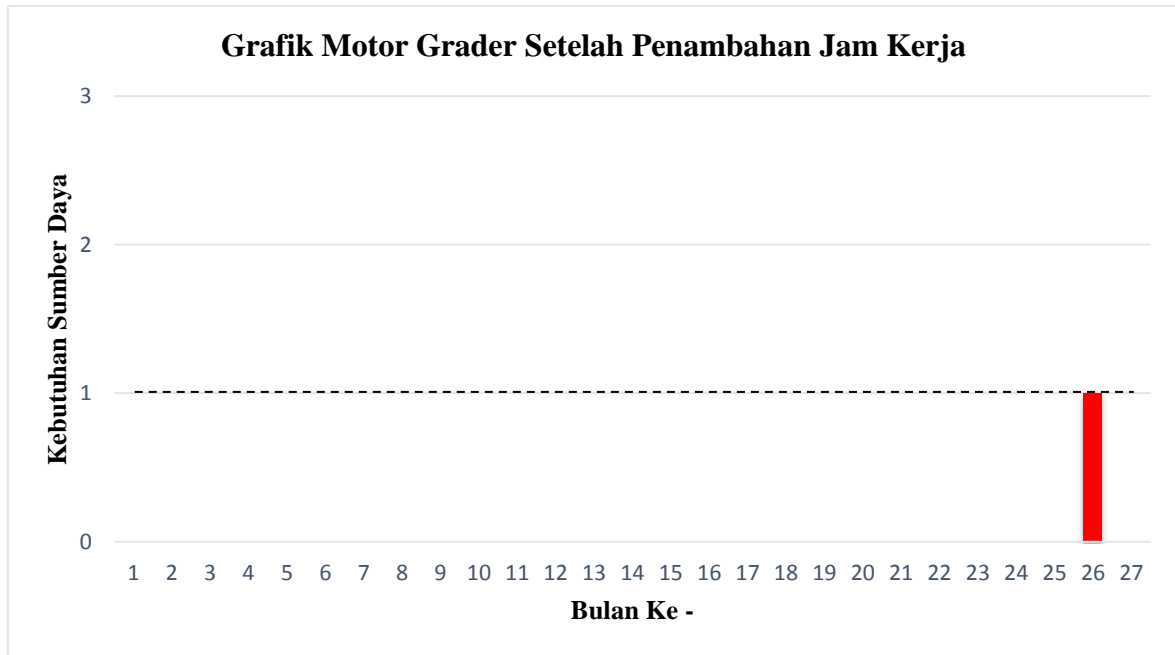
Gambar 4.62. Grafik *Excavator* Setelah Penambahan Jam Kerja



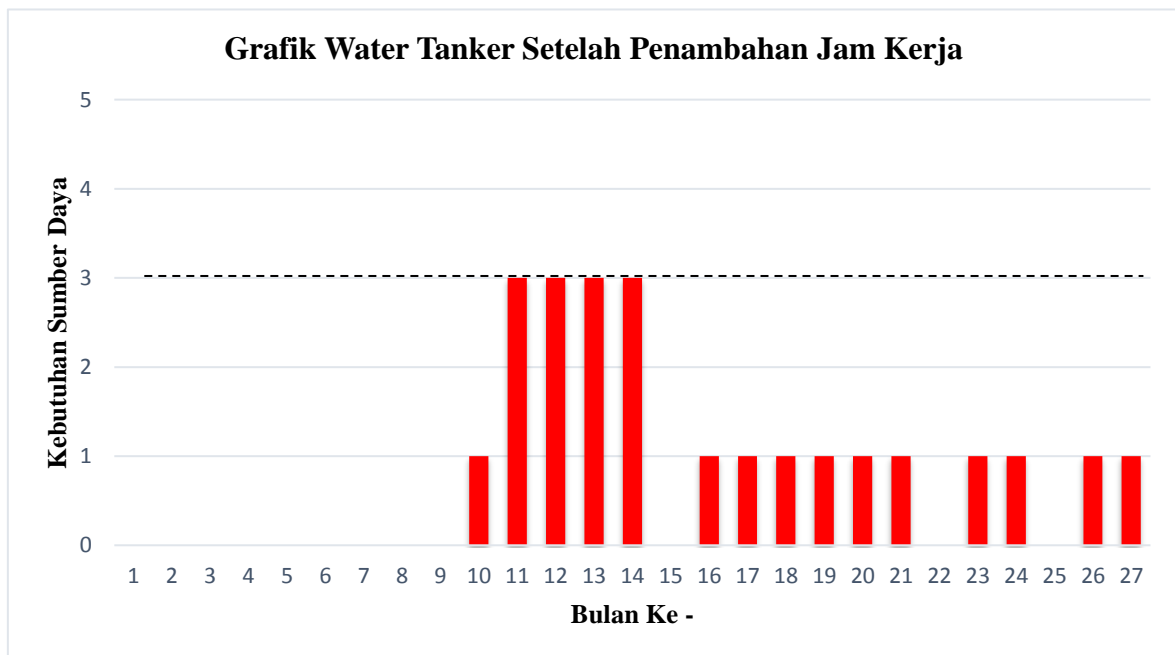
Gambar 4.63. Grafik *Excavator with Hydraulic Rock Breaker* Setelah Penambahan Jam Kerja



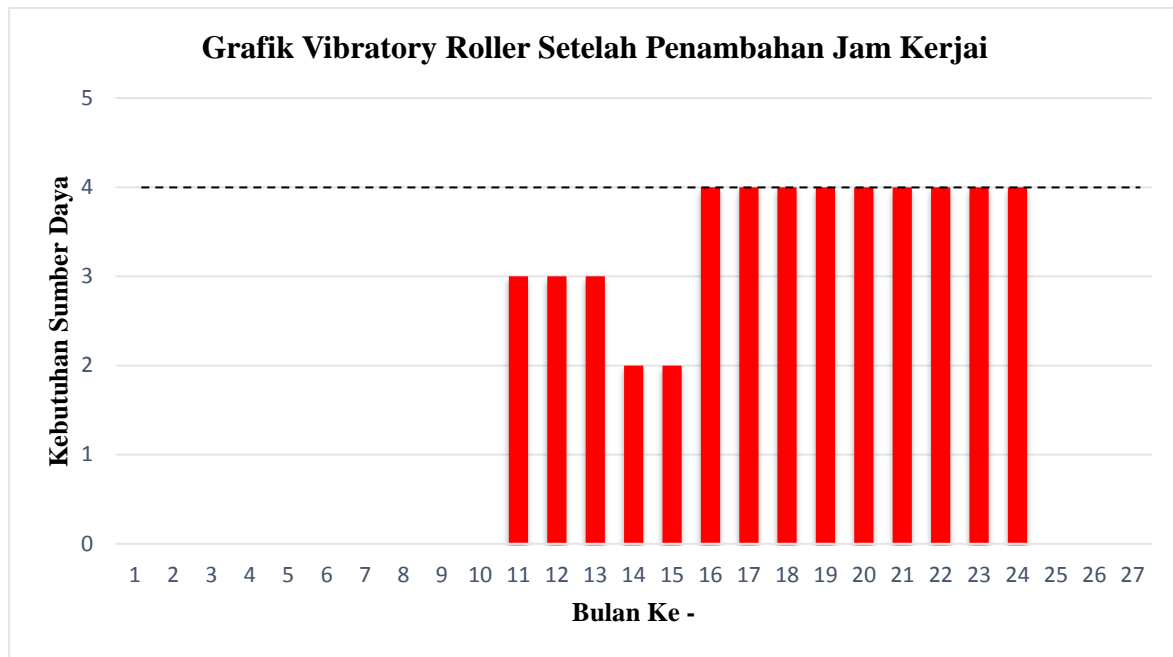
Gambar 4.64. Grafik *Dump Truck* Setelah Penambahan Jam Kerja



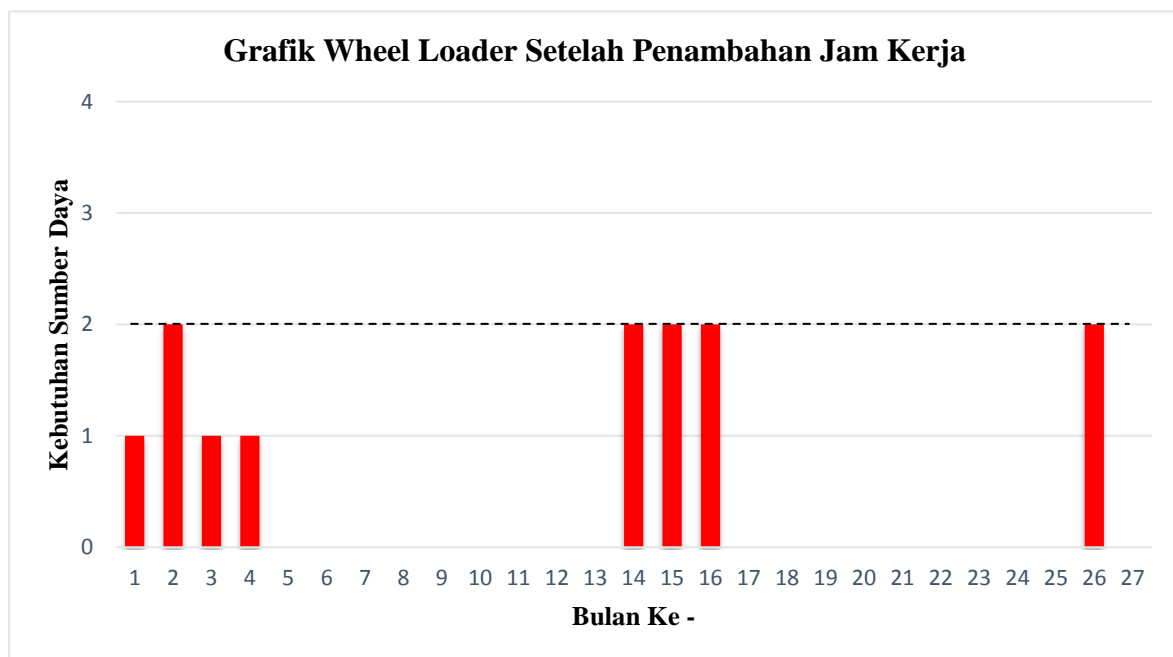
Gambar 4.65. Grafik *Motor Grader* Setelah Penambahan Jam Kerja



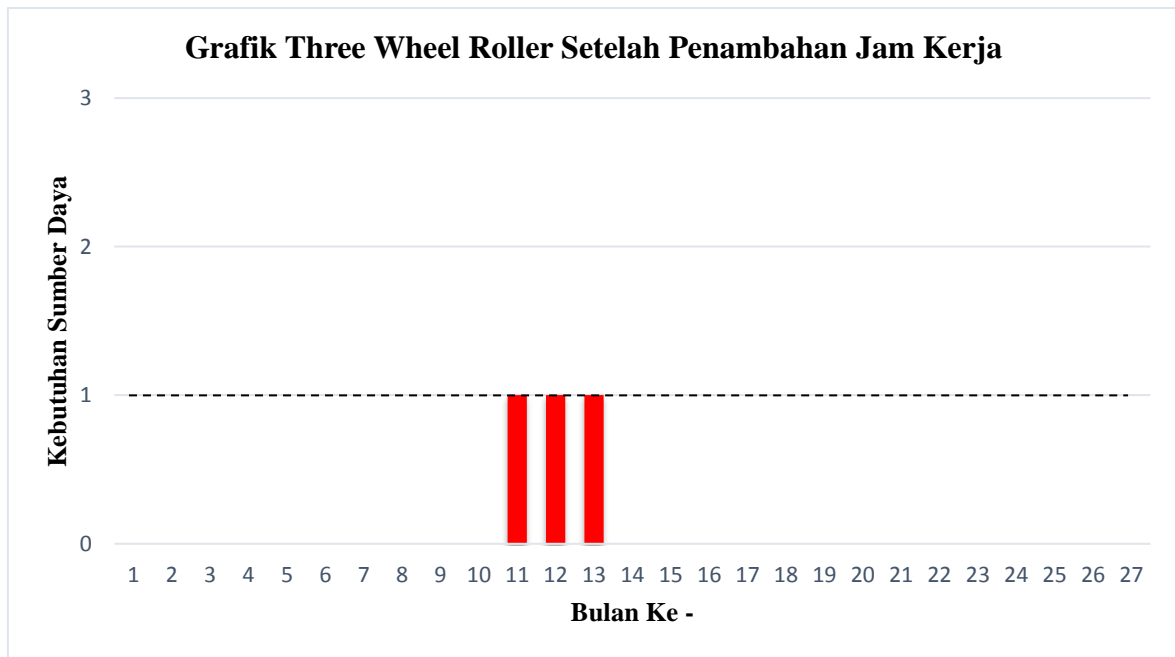
Gambar 4.66. Grafik *Water Tanker* Setelah Penambahan Jam Kerja



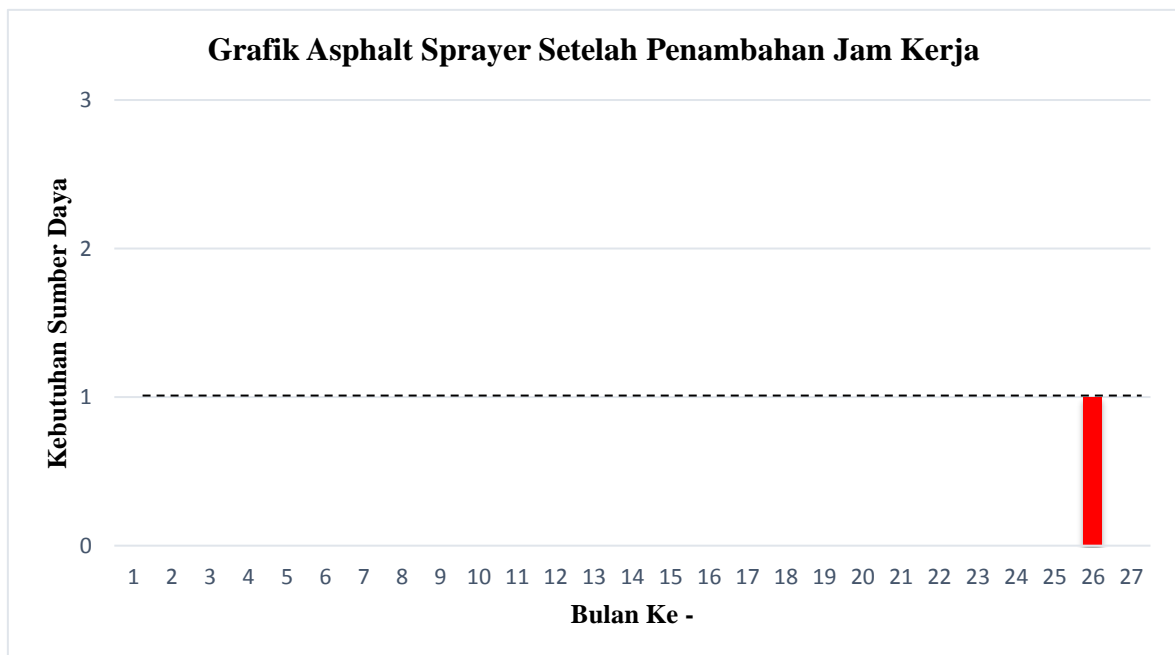
Gambar 4.67. Grafik Vibratory Roller Setelah Penambahan Jam Kerja



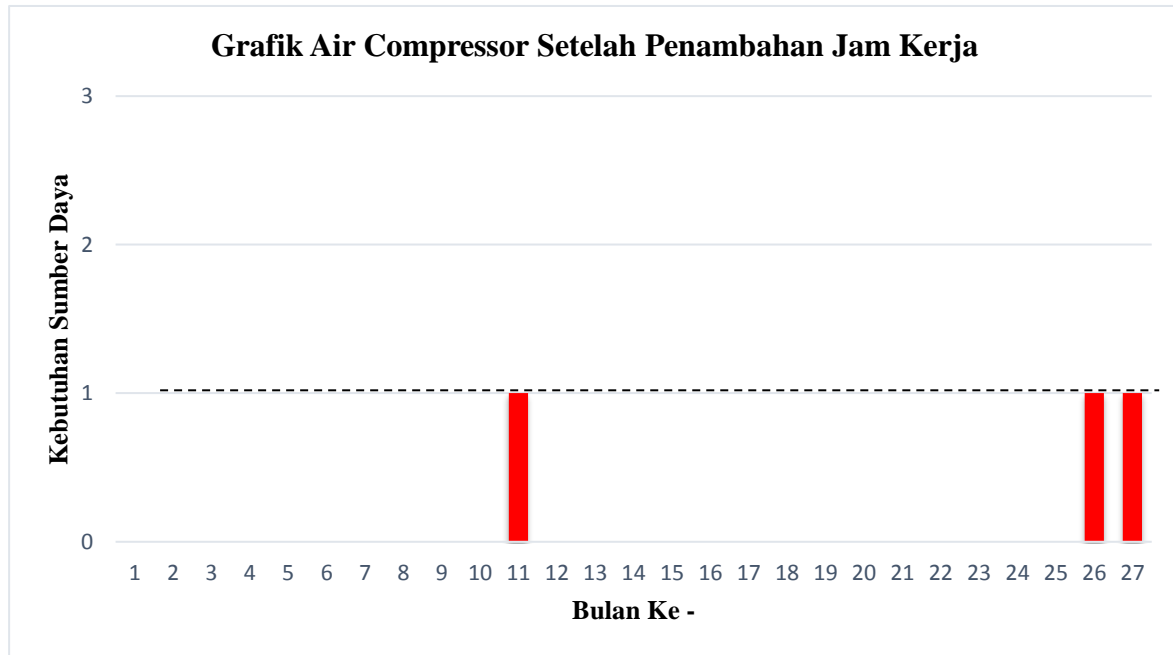
Gambar 4.68. Grafik Wheel Loader Setelah Penambahan Jam Kerja



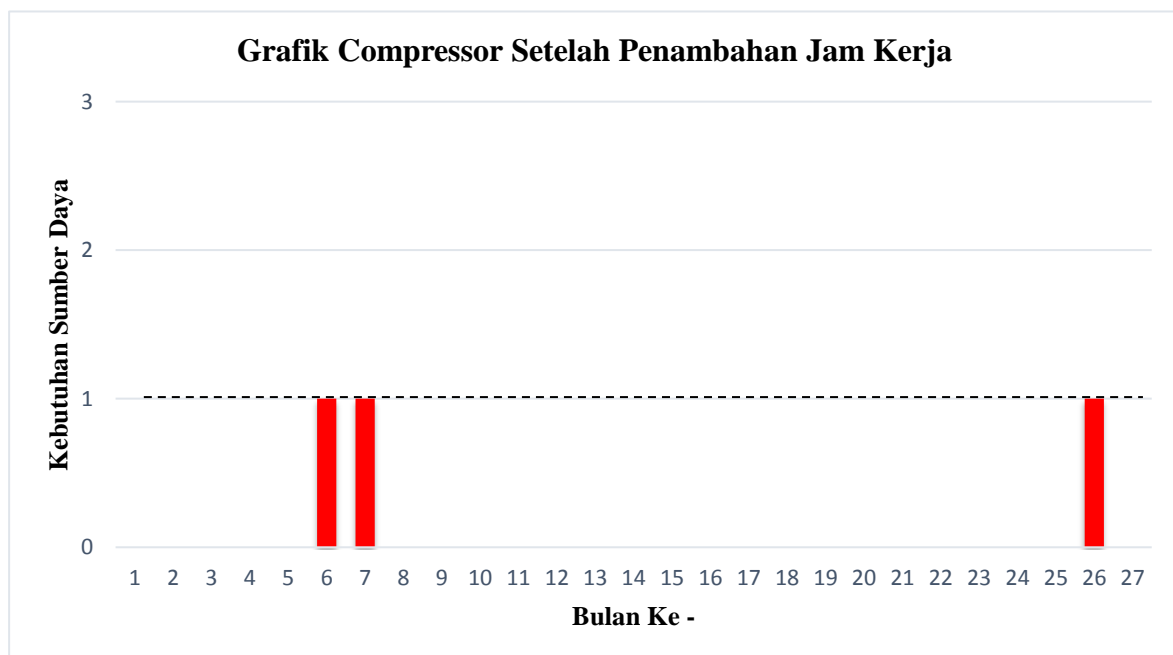
Gambar 4.69. Grafik *Three Wheel Roller* Setelah Penambahan Jam Kerja



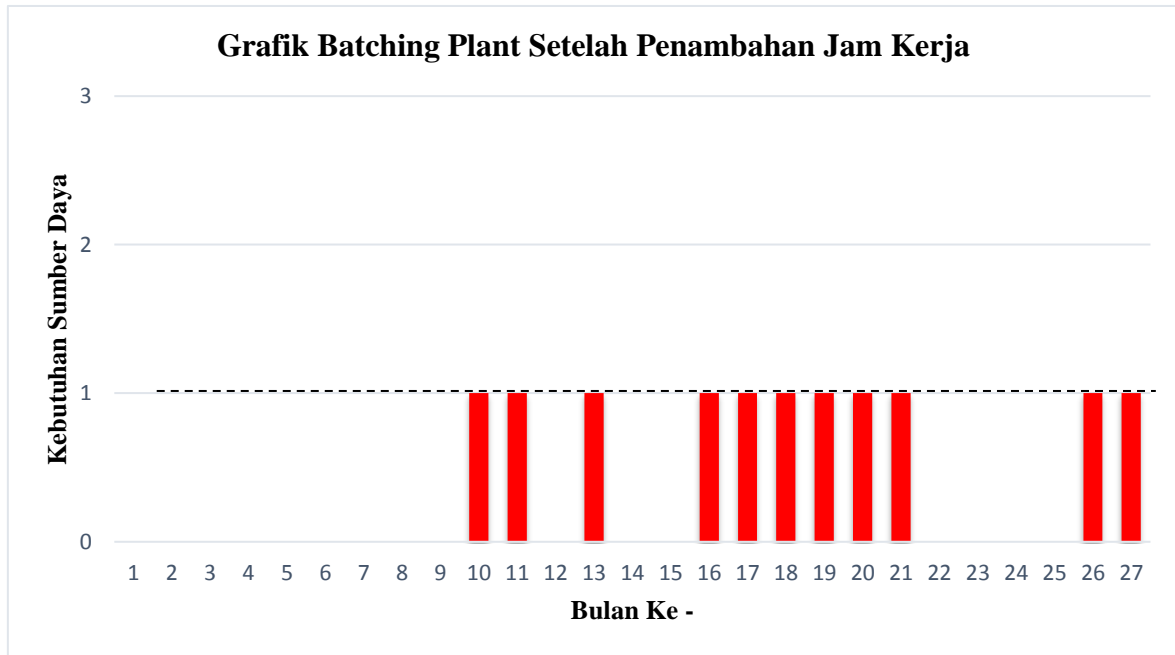
Gambar 4.70. Grafik *Asphalt Sprayer* Setelah Penambahan Jam Kerja



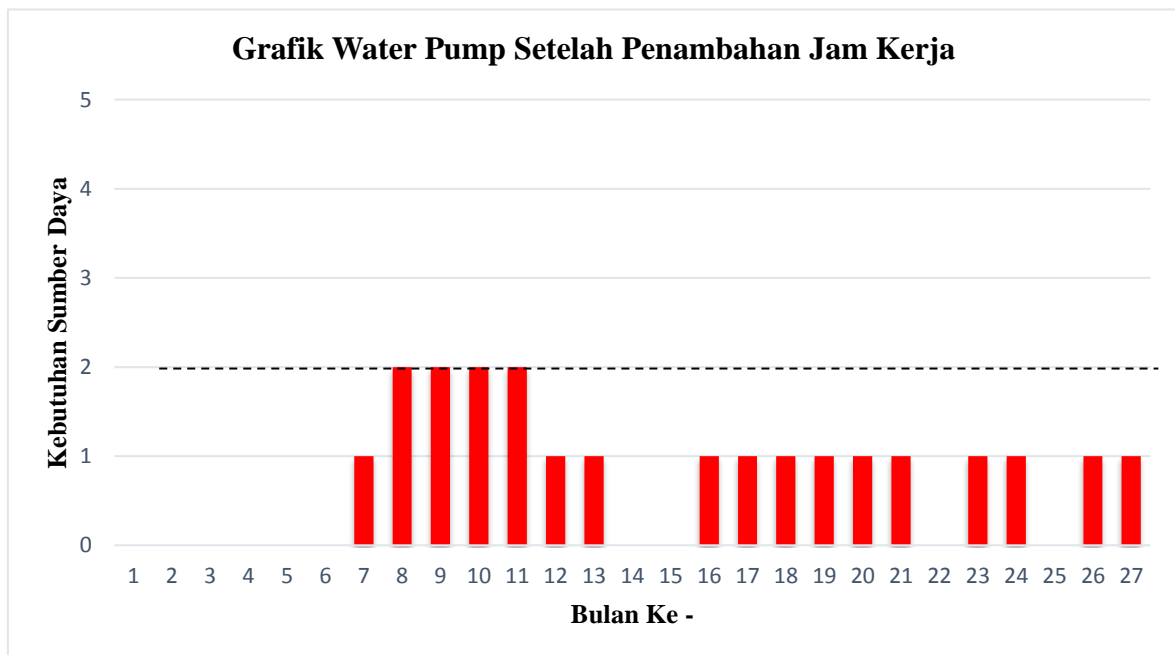
Gambar 4.71. Grafik Air Compressor Setelah Penambahan Jam Kerja



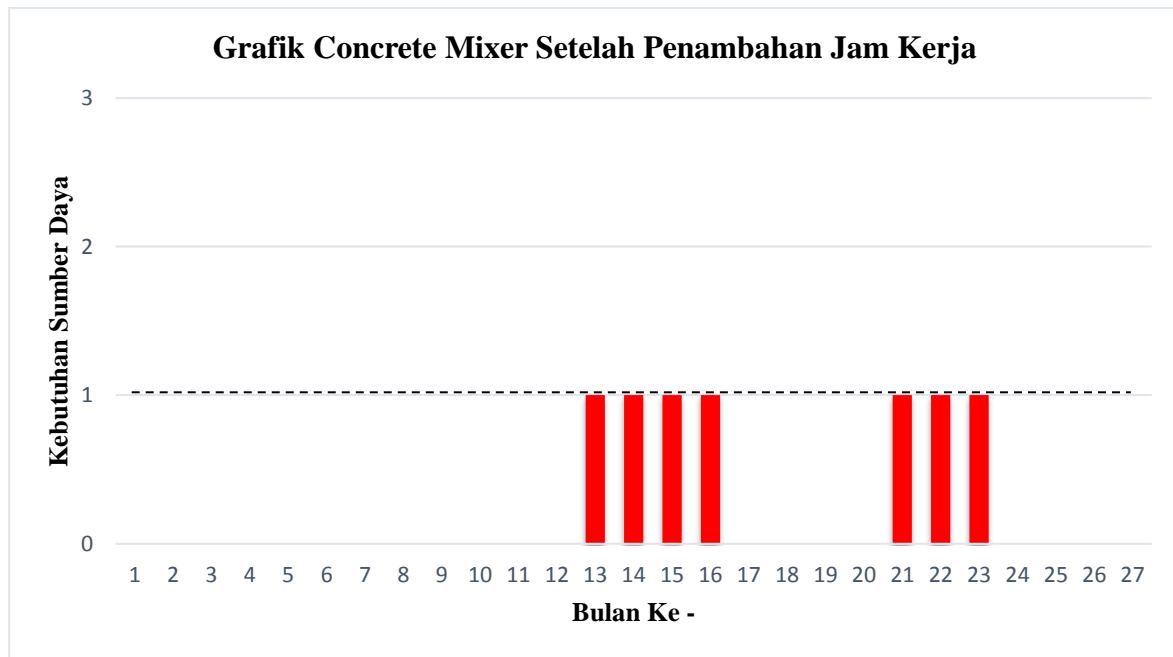
Gambar 4.72. Grafik Compressor Setelah Penambahan Jam Kerja



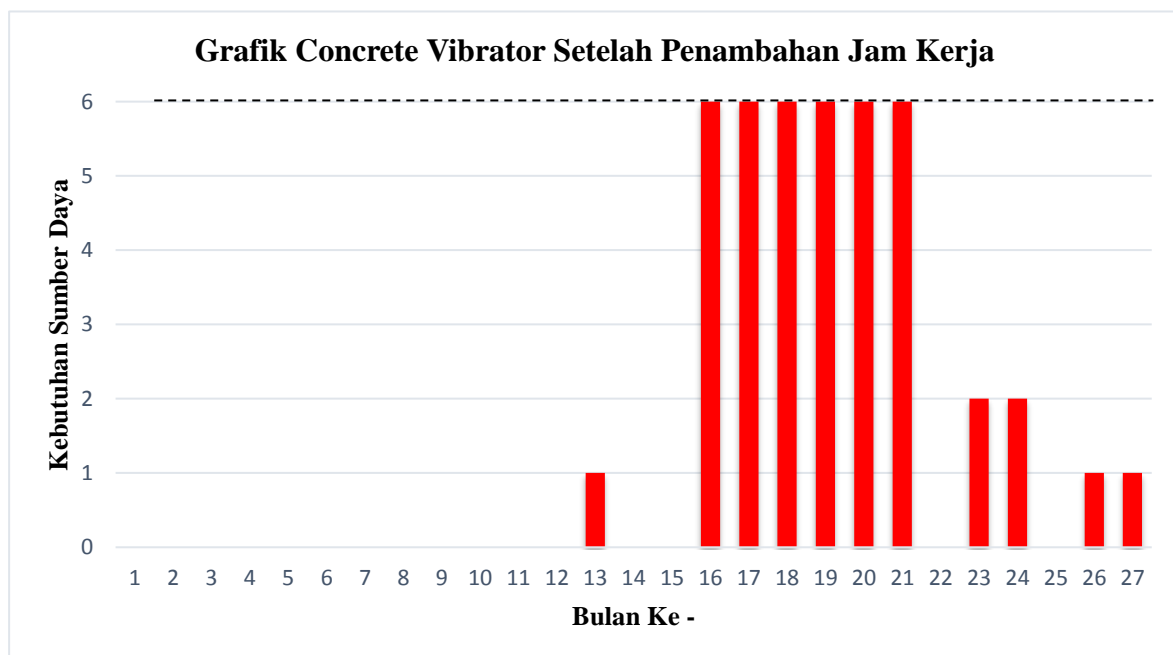
Gambar 4.73. Grafik *Batching Plant* Setelah Penambahan Jam Kerja



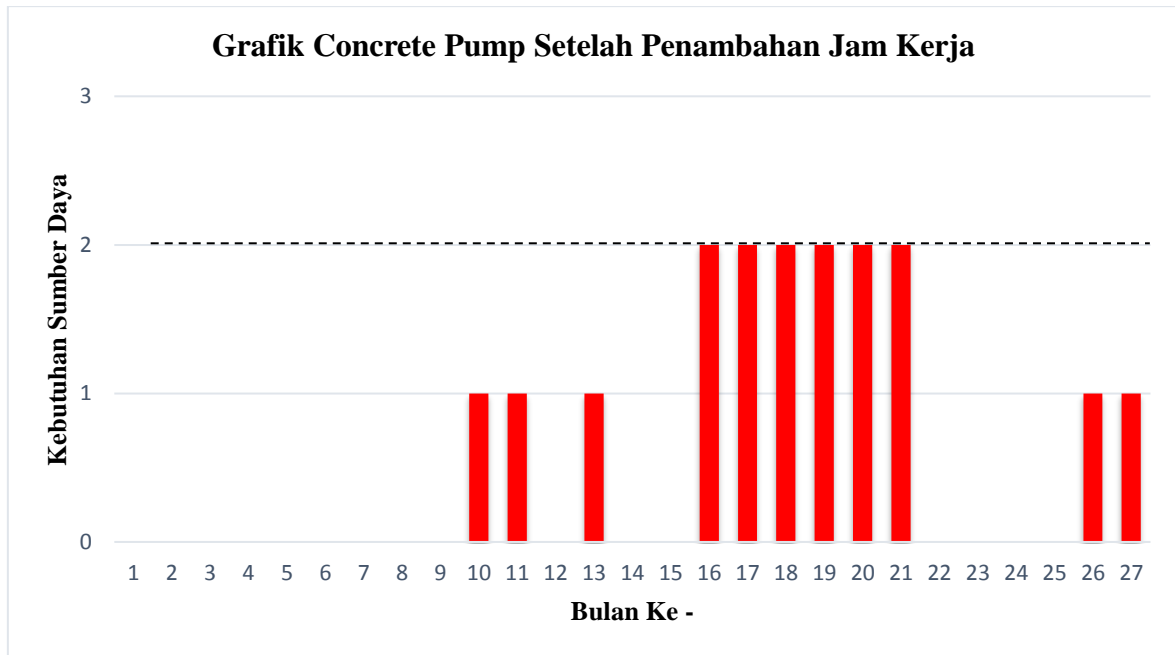
Gambar 4.74. Grafik *Water Pump* Setelah Penambahan Jam Kerja



Gambar 4.75. Grafik *Concrete Mixer* Setelah Penambahan Jam Kerja



Gambar 4.76. Grafik *Concrete Vibrator* Setelah Penambahan Jam Kerja



Gambar 4.77. Grafik Concrete Pump Setelah Penambahan Jam Kerja

4.5.1.2. Percepatan Jadwal Proyek dengan Penambahan Sumber Daya

Selain dengan penambahan jam kerja, untuk mempercepat jadwal pelaksanaan proyek juga dapat dilakukan dengan penambahan sumber daya yang terdiri atas sumber daya manusia dan alat berat. Percepatan jadwal dengan penambahan sumber daya hanya dilakukan pada kegiatan-kegiatan yang berada pada lintasan kritis yang tujuannya dapat mempercepat jadwal keseluruhan proyek. Dalam penggunaan alternatif ini durasi setiap kegiatan yang berada pada lintasan kritis sama dengan durasi pekerjaan pada alternatif penambahan jam kerja, tetapi jam kerja yang digunakan adalah jam kerja normal. Sehingga dengan begitu akan terjadi perubahan kebutuhan pekerja dan alat berat, penambahan ini yang akan dianalisa terhadap biaya keseluruhan proyek.

Untuk mempermudah perhitungan, maka dibuat tabel analisa kebutuhan sumber daya, dengan keterangan kolom sebagai berikut:

1. Nomor kode untuk setiap pekerjaan
2. Deskripsi pekerjaan
3. Besarnya volume pekerjaan
4. Satuan volume pekerjaan
5. Durasi pekerjaan
6. Sumber daya terpakai yang dibutuhkan untuk pekerjaan tersebut
7. Koefisien pekerjaan
8. Satuan koefisien pekerjaan

9. Jenis alat yang menunjang pekerjaan tersebut
10. Produktivitas alat berat dan pekerja, misal dalam pekerjaan timbunan kedap air/inti (*clay material*) pada *main dam*

$$\text{Koefisien pekerja} = 0,158 \text{ jam}$$

$$\text{Produktivitas pekerja} = 1 / 0,158 \text{ jam} = 6,349 \text{ m}^2/\text{jam}$$
11. Jumlah sumber daya manusia per hari, contoh pada pekerjaan timbunan kedap air/inti (*clay material*) pada *main dam*
 - Pekerja $= 428881,56 / (115 \times 8 \times 6,349)$
 $= 78,91 = 79 \text{ orang}$
 - Mandor $= 428881,56 / (115 \times 8 \times 38,023)$
 $= 13,18 = 14 \text{ orang}$
12. Jumlah sumber daya material per hari, contoh pada pekerjaan timbunan kedap air/inti (*clay material*) pada *main dam*
 - Urugan pilihan $= 428881,56 / (115 \times 8 \times 0,833)$
 $= 601,24 \text{ m}^3$
13. Jumlah sumberdaya alat per hari, contoh pada pekerjaan timbunan kedap air/inti (*clay material*) pada *main dam*
 - *Bulldozer* $= 428881,56 / (115 \times 8 \times 137,908)$
 $= 3,63 = 4 \text{ Bulldozer}$
 - *Vibrator roller* $= 428881,56 / (115 \times 8 \times 104,580)$
 $= 4,79 = 5 \text{ Vibrator roller}$
 - *Water Tanker* $= 428881,56 / (115 \times 8 \times 346,555)$
 $= 1,45 = 2 \text{ Water Tanker}$
 - *Excavator* $= 428881,56 / (115 \times 8 \times 69,471)$
 $= 7,21 = 8 \text{ Excavator}$
 - *Dump Truck* $= 428881,56 / (115 \times 8 \times 24,559)$
 $= 20,40 = 21 \text{ Dump Truck}$

Secara detail perhitungan kebutuhan sumber daya pekerjaan pada pelaksanaan konstruksi *main dam* dan *spillway* pada Bendungan Gondang akan dilampirkan dalam tabel berikut (Tabel 4.14)

Tabel 4.14.
Analisa Kebutuhan Sumber Daya Pekerjaan Pelaksanaan Konstruksi *Main Dam* dan *Spillway* pada Bendungan Gondang dengan Penambahan Sumber Daya

No.	Deskripsi Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Satuan	Durasi Pekerjaan	Sumber Daya Terpakai	Koefisien	Satuan	Jenis Alat	Produktivitas		Jumlah Kebutuhan / hari			Kebutuhan
			Volume	Hari			Koefisien		Orang / Alat	Satuan	SDM (Orang)	Material	Alat (bh)	Sumber Daya
Bendungan Utama (Main Dam)														
1.	Pembersihan (Land Clearing and Grubbing)	60389,00	m²	32	Pekerja	0,101	Jam		9,921	m²/jam	23,78			24
					Mandor	0,017	Jam		59,524	m²/jam	3,96			4
					Bulldozer	0,002	Jam	100 - 150 Hp with ripper	637,440	m²/jam			0,37	1
					Wheel Loader	0,003	Jam	1 - 1,6 m³	386,379	m²/jam			0,61	1
					Dump Truck	0,011	Jam	12 m³	94,668	m²/jam			2,49	3
2.	Pengupasan (Stripping)	60389,00	m²	32	Pekerja	0,101	Jam		9,921	m²/jam	23,78			24
					Mandor	0,017	Jam		59,524	m²/jam	3,96			4
					Bulldozer	0,005	Jam	100 - 150 Hp with ripper	213,429	m²/jam			1,11	2
					Wheel Loader	0,012	Jam	1 - 1,6 m³	82,999	m²/jam			2,84	3
					Dump Truck	0,009	Jam	12 m³	105,632	m²/jam			2,23	3
3.	Galian Tanah Bendungan Utama	14021,85	m³	21	Pekerja	0,309	Jam		3,236	m³/jam	25,79			26
					Mandor	0,031	Jam		32,362	m³/jam	2,58			3
					Alat Bantu	0,025	Set		40,000	m³/set			2,09	3
					Excavator	0,013	Jam	80 - 140 Hp	75,787	m³/jam			1,10	2
					Dump Truck	0,040	Jam	12 m³	25,231	m³/jam			3,31	4
4.	Galian Batu Bendungan Utama	79457,17	m³	54	Pekerja	0,175	Jam		5,714	m³/jam	32,19			33
					Mandor	0,018	Jam		57,143	m³/jam	3,22			4
					Alat Bantu	0,030	Set		33,333	m³/jam			5,52	6
					Excavator	0,013	Jam	80 - 140 Hp	75,787	m³/jam			2,43	3
					Excavator	0,055	Jam	w/ hydrolic rock breaker	18,131	m³/jam			10,14	11
					Dump Truck	0,078	Jam	12 m³	12,895	m³/jam			14,26	15
5.	Timbunan Kedap Air / Inti (Clay Material)	428881,56	m³	107	Pekerja	0,158	Jam		6,349	m³/jam	78,91			79
					Mandor	0,026	Jam		38,023	m³/jam	13,18			14
					Urugan Pilihan	1,200	m³		0,833			601,24		601
					Bulldozer	0,007	Jam	100-150 Hp With Ripper	137,908	m³/jam			3,63	4
					Vibrator Roller	0,010	Jam	5-8 T w/ Sheep foot	104,580	m³/jam			4,79	5
					Water Tanker	0,003	Jam	3000 - 4500 L	346,555	m³/jam			1,45	2
					Excavator	0,014	Jam	80 - 140 Hp	69,471	m³/jam			7,21	8
					Dump Truck	0,041	Jam	12 m³	24,559	m³/jam			20,40	21
6.	Timbunan Material Random	2079727,92	m³	235	Pekerja	0,158	Jam		6,349	m³/jam	174,23			175
					Mandor	0,026	Jam		38,023	m³/jam	29,09			30
					Tanah/Batuan Random	1,200	m³		0,833			1327,49		1327
					Bulldozer	0,005	Jam	100-150 Hp With Ripper	199,200	m³/jam			5,55	6
					Vibrator Roller	0,007	Jam	5-8 T w/ Sheep foot	152,513	m³/jam			7,25	8
					Dump Truck	0,041	Jam	12 m³	24,559	m³/jam			45,04	46
					Excavator	0,014	Jam	80 - 140 Hp	69,471	m³/jam			15,92	16
7.	Timbunan Material Filter	252630,60	m³	54	Pekerja	0,158	Jam		6,349	m³/jam	92,10			93
					Mandor	0,026	Jam		38,023	m³/jam	15,38			16
					Urugan Agregat Halus	1,200	m³		0,833			701,75		702
					Wheel Loader	0,012	Jam	1.0-1.6 M3	84,038	m³/jam			6,96	7
					Dump Truck	0,041	Jam	12 m³	24,559	m³/jam			23,81	24
					Bulldozer	0,007	Jam	100-150 Hp With Ripper	137,908	m³/jam			4,24	5
					Vibrator Roller	0,010	Jam	5-8 T w/ Sheep foot	104,580	m³/jam			5,59	6
8.	Timbunan Rip - Rap	96049,56	m³	86	Pekerja	1,123	Jam		0,890	m³/jam	156,78			157
					Mandor	0,112	Jam		8,905	m³/jam	15,68			16
					Batu 40 - 100 cm	1,200	m³		0,833			167,53		167
					Excavator	0,032	Jam	80 - 140 Hp	30,876	m³/jam			4,52	5
					Dump Truck	0,041	Jam	12 m³	24,559	m³/jam			5,68	6
					Alat Bantu	0,150	Set		6,667	m³/set			20,94	21

Lanjutan Tabel 4.14.
Analisa Kebutuhan Sumber Daya Pekerjaan Pelaksanaan Konstruksi *Main Dam* dan *Spillway* pada Bendungan Gondang dengan Penambahan Sumber Daya

No.	Deskripsi Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Satuan	Durasi Pekerjaan	Sumber Daya Terpakai	Koefisien	Satuan	Jenis Alat	Produktivitas		Jumlah Kebutuhan / hari			Kebutuhan Sumber Daya
			Volume				Koefisien		Orang / Alat	Satuan	SDM (Orang)	Material	Alat (bh)	
9.	Lean Concrete	185,00	m³	21	Pekerja	8,000	Jam		0,125	m³/jam	8,81			9
					Tukang	1,104	Jam		0,906	m³/jam	1,22			2
					Kepala Tukang	0,144	Jam		6,944	m³/jam	0,16			1
					Mandor	0,400	Jam		2,500	m³/jam	0,44			1
					Batu Kerikil	1012,000	Jam		0,001			1114,40		1114
					Pasir Cor	828,000	Kg		0,001			911,79		912
					PC	247,000	Kg		0,004			271,99		272
					Air	215,000	Liter		0,005			236,76		237
					Alat Bantu	1,250	Set		0,800	m³/set			1,38	2
					Batching Plant	0,075	Jam		13,280	m³/jam			0,08	1
					Concrete Pump	0,100	Jam		9,960	m³/jam			0,11	1
					Water Tanker	0,006	Jam	3000 - 4500 L	166,000	m³/jam			0,01	1
					Water Pump	0,027	Jam		36,520	m³/jam			0,03	1
					Dump Truck	0,041	Jam	12 m³	24,394	m³/jam			0,05	1
13.	Pengeboran Rotary untuk Curtain Grouting	21715	m	107	Bor Master	0,250	Jam		4,000	m/jam	6,34			7
					Pekerja	1,500	Jam		0,667	m/jam	38,05			39
					Casing Gip	0,100	m		10,000			2,54		3
					Bbm Water Pump	3,000	Liter		0,333			76,10		76
					Bbm Mesin Bor	5,000	Liter		0,200			126,84		127
					Water Pump	0,027	Jam		36,520	m/jam			0,69	1
					Mesin Bor	0,010	m		100,000				0,25	1
14.	Pencampuran Bahan untuk Grouting	171,00	ton	21	Pembantu Tukang	2,825	Jam		0,354	ton/jam	2,88			3
					Tukang	2,825	Jam		0,354	ton/jam	2,88			3
					Mandor	0,470	Jam		2,128	ton/jam	0,48			1
					Semen	1059,750	Kg		0,001			1078,67		1079
					Agregat Halus	2331,450	Kg		0,000			2373,08		2373
					Air Compressor	0,100	Jam		9,960	ton/jam			0,10	1
15.	Pengaspalan ATB di atas Tubuh Bendungan	8670,00	m³	21	Pekerja	0,148	Jam		6,744	m³/jam	7,65			8
					Mandor	0,023	Jam		43,649	m³/jam	1,18			2
					Agregat Kasar	0,034	m³		29,091			1,77		2
					Agreat Halus	0,030	m³		33,591			1,54		2
					Aspal	6,733	Kg		0,149			347,48		347
					Material Subbase-course kelas A	1,200	m³		0,833			61,93		62
					Material Subbase-course kelas C	1,200	m³		0,833			61,93		62
					Wheel Loader	0,050	Jam	1.0-1.6 M3	20,080	m³/jam			2,57	3
					Dump Truck	0,041	Jam	12 m³	24,394	m³/jam			2,12	3
					Asphalt Sprayer	0,001	Jam		1369,500	m³/jam			0,04	1
					Compressor	0,001	Jam	4000 - 6500	1369,500	m³/jam			0,04	1
					Motor Grader	0,015	Jam	> 100 Hp	64,800	m³/jam			0,80	1
					Water Tanker	0,006	Jam	3000 - 4500 L	166,000	m³/jam			0,31	1
16.	Trotoar (Beton Mutu K-175)	486,00	m³	21	Pekerja	8,000	Jam		0,125	m³/jam	23,14			24
					Tukang	1,104	Jam		0,906	m³/jam	3,19			4
					Kepala Tukang	0,144	Jam		6,944	m³/jam	0,42			1
					Mandor	0,400	Jam		2,500	m³/jam	1,16			2
					Batu Pecah	1029,000	Jam		0,001			2976,75		2977
					Pasir Cor	760,000	Kg		0,001			2198,57		2199
					PC	326,000	Kg		0,003			943,07		944
					Air	215,000	Liter		0,005			621,96		622
					Alat Bantu	1,250	Set		0,800	m³/set			3,62	4
					Batching Plant	0,075	Jam		13,280	m³/jam			0,22	1
					Concrete Pump	0,100	Jam		9,960	m³/jam			0,29	1
					Concrete Vibrator	0,402	Jam		2,490	m³/jam			1,16	2
					Water Tanker	0,006	Jam	3000 - 4500 L	166,000	m³/jam			0,02	1
					Water Pump	0,027	Jam		36,520	m³/jam			0,08	1
					Dump Truck	0,012	Jam	12 m³	81,312	m³/jam			0,04	1

Lanjutan Tabel 4.14.
Analisa Kebutuhan Sumber Daya Pekerjaan Pelaksanaan Konstruksi *Main Dam* dan *Spillway* pada Bendungan Gondang dengan Penambahan Sumber Daya

No.	Deskripsi Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Satuan	Durasi Pekerjaan	Sumber Daya Terpakai	Koefisien	Satuan	Jenis Alat	Produktivitas		Jumlah Kebutuhan / hari			Kebutuhan Sumber Daya
			Volume				Koefisien		Orang / Alat	Satuan	SDM (Orang)	Material	Alat (bh)	
17.	Handrail (Rantai Besi)	1200,00	m	11	Pekerja	0,175	Jam		5,714	m/jam	2,39			3
					Tukang	0,350	Jam		2,857	m/jam	4,77			5
					Pipa Giv Medium	1,050	m		0,952			14,32		15
					Cat	0,007	kg		147,059			0,09		1
					Beton K-175	0,009	m³		111,111			0,12		1
					Tulangan Beton	1,154	kg		0,867			15,73		16
Bangunan Pelimpah (Spillway)														
1.	Pembersihan (Land Clearing and Grubbing)	21052,00	m²	21	Pekerja	0,101	Jam		9,921	m²/jam	12,63			13
					Mandor	0,017	Jam		59,524	m²/jam	2,11			3
					Bulldozer	0,002	Jam	100 - 150 Hp with ripper	637,440	m²/jam			0,20	1
					Wheel Loader	0,003	Jam	1 - 1,6 m³	386,379	m²/jam			0,32	1
					Dump Truck	0,011	Jam	12 m³	94,668	m²/jam			1,32	2
2.	Pengupasan (Stripping)	21052,00	m²	21	Pekerja	0,101	Jam		9,921	m²/jam	12,63			13
					Mandor	0,017	Jam		59,524	m²/jam	2,11			3
					Bulldozer	0,005	Jam	100 - 150 Hp with ripper	213,429	m²/jam			0,59	1
					Wheel Loader	0,012	Jam	1 - 1,6 m³	82,999	m²/jam			1,51	2
					Dump Truck	0,009	Jam	12 m³	105,632	m²/jam			1,19	2
3.	Galian Tanah Spillway	218584,94	m³	64	Pekerja	0,309	Jam		3,236	m³/jam	131,92			132
					Mandor	0,031	Jam		32,362	m³/jam	13,19			14
					Alat Bantu	0,025	Set		40,000	m³/set			10,67	11
					Excavator	0,013	Jam	80 - 140 Hp	75,787	m³/jam			5,63	6
					Dump Truck	0,040	Jam	12 m³	25,231	m³/jam			16,92	17
4.	Galian Batu Spillway	1238648,00	m³	193	Pekerja	0,175	Jam		5,714	m³/jam	140,39			141
					Mandor	0,018	Jam		57,143	m³/jam	14,04			15
					Alat Bantu	0,030	Set		33,333	m³/jam			24,07	25
					Excavator	0,013	Jam	80 - 140 Hp	75,787	m³/jam			10,59	11
					Excavator	0,055	Jam	w/ hydrolic rock breaker	18,131	m³/jam			44,25	45
					Dump Truck	0,078	Jam	12 m³	12,895	m³/jam			62,21	63
5.	Timbunan Tanah Kembali	5408,34	m³	64	Pekerja	1,313	Jam		0,762	m³/jam	13,87			14
					Mandor	0,088	Jam		11,364	m³/jam	0,93			1
					Alat Bantu	0,040	set		25,000	m³/jam			0,42	1
					Vibrator Roller	0,007	Jam	5-8 T w/ Sheep foot	152,513	m³/jam			0,07	1
					Three Wheel Roller	0,007	Jam	6-8 T	140,063	m³/jam			0,08	1
6.	Pengeboran Rotary untuk Consolidation Grouting	225,00	m	11	Bor Master	0,250	Jam		4,000	m/jam	0,64			1
					Pekerja	1,500	Jam		0,667	m/jam	3,84			4
					Casing Gip	0,100	m		10,000			0,26		1
					Bbm Water Pump	3,000	Liter		0,333			7,67		8
					Bbm Mesin Bor	5,000	Liter		0,200			12,78		9
					Water Pump	0,027	Jam		36,520	m/jam			0,07	1
					Mesin Bor	0,010	m		100,000				0,03	1
7.	Pengeboran Rotary untuk Sub-Curtain Grouting	675,00	m	21	Bor Master	0,250	Jam		4,000	m/jam	1,00			2
					Pekerja	1,500	Jam		0,667	m/jam	6,03			7
					Casing Gip	0,100	m		10,000			0,40		1
					Bbm Water Pump	3,000	Liter		0,333			12,05		13
					Bbm Mesin Bor	5,000	Liter		0,200			20,09		14
					Water Pump	0,027	Jam		36,520	m/jam			0,11	1
					Mesin Bor	0,010	m		100,000				0,04	1

Lanjutan Tabel 4.14.
Analisa Kebutuhan Sumber Daya Pekerjaan Pelaksanaan Konstruksi *Main Dam* dan *Spillway* pada Bendungan Gondang dengan Penambahan Sumber Daya

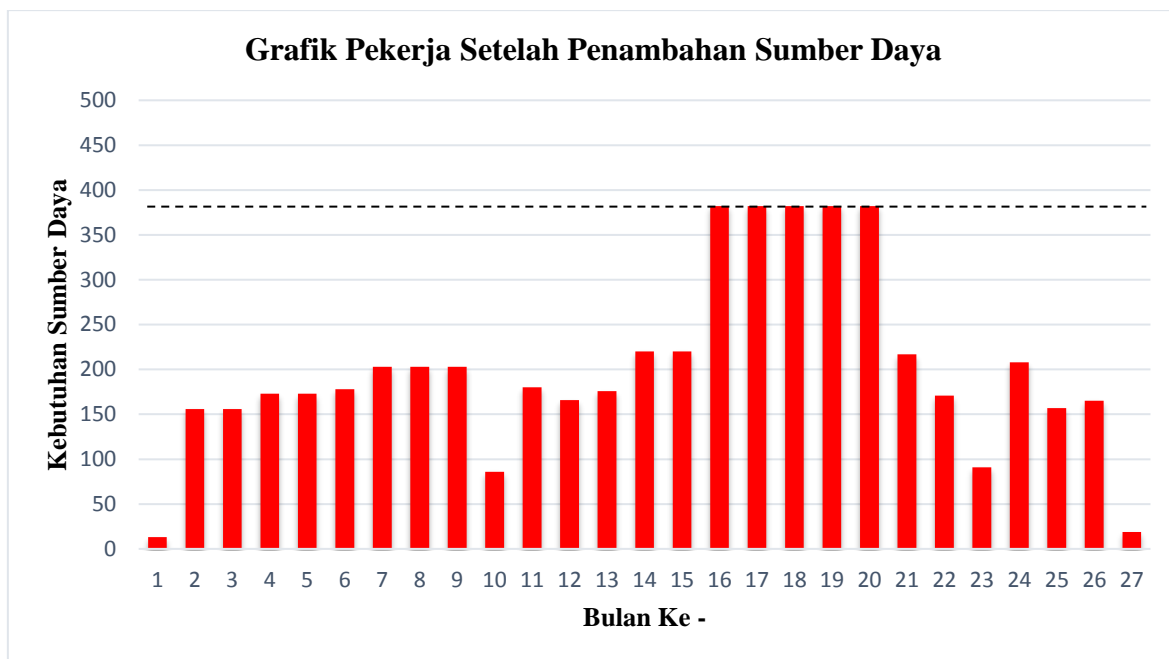
No.	Deskripsi Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Satuan	Durasi Pekerjaan	Sumber Daya Terpakai	Koefisien	Satuan	Jenis Alat	Produktivitas		Jumlah Kebutuhan / hari			Kebutuhan Sumber Daya
			Volume				Koefisien		Orang / Alat	Satuan	SDM (Orang)	Material	Alat (bh)	
10.	Beton Mutu K-175	351,76	m ³	21	Pekerja	8,000	Jam		0,125	m ³ /jam	16,75			17
					Tukang	1,104	Jam		0,906	m ³ /jam	2,31			3
					Kepala Tukang	0,144	Jam		6,944	m ³ /jam	0,30			1
					Mandor	0,400	Jam		2,500	m ³ /jam	0,84			1
					Batu Pecah	1029,000	Jam		0,001			2154,50		2155
					Pasir Cor	760,000	Kg		0,001			1591,28		1592
					PC	326,000	Kg		0,003			682,57		683
					Air	215,000	Liter		0,005			450,16		451
					Alat Bantu	1,250	Set		0,800	m ³ /set			2,62	3
					Batching Plant	0,075	Jam		13,280	m ³ /jam			0,16	1
					Concrete Pump	0,100	Jam		9,960	m ³ /jam			0,21	1
					Concrete Vibrator	0,402	Jam		2,490	m ³ /jam			0,84	1
					Water Tanker	0,006	Jam	3000 - 4500 L	166,000	m ³ /jam			0,01	1
					Water Pump	0,027	Jam		36,520	m ³ /jam			0,06	1
					Dump Truck	0,012	Jam	12 m ³	81,312	m ³ /jam			0,03	1
11.	Beton Mutu K-225	28023,86	m ³	171	Pekerja	8,000	Jam		0,125	m ³ /jam	163,88			164
					Tukang	1,104	Jam		0,906	m ³ /jam	22,62			23
					Kepala Tukang	0,144	Jam		6,944	m ³ /jam	2,95			3
					Mandor	0,400	Jam		2,500	m ³ /jam	8,19			9
					Batu pecah	1047,000	kg		0,001			21448,08		21449
					Pasir cor	689,000	kg		0,001			14114,36		14115
					PC	371,000	kg		0,003			7600,04		7601
					Air	215,000	liter		0,005			4404,33		4405
					Alat bantu	1,250	set		0,800	m ³ /set			25,61	26
					Batching Plant	0,075	Jam		13,280	m ³ /jam			1,54	2
					Concrete Pump	0,100	Jam		9,960	m ³ /jam			2,06	3
					Concrete Vibrator	0,402	Jam		2,490	m ³ /jam			8,23	9
					Water Tanker	0,006	Jam	3000 - 4500 L	166,000	m ³ /jam			0,12	1
					Water Pump	0,027	Jam		36,520	m ³ /jam			0,56	1
					Dump Truck	0,012	Jam	12 m ³	81,312	m ³ /jam			0,25	1
13.	Bekisting Type Ekspose	17637,87	m ²	64	Pekerja	2,000	Jam		0,500	m ² /jam	68,90			69
					Tukang	4,800	Jam		0,208	m ² /jam	165,36			166
					Kepala Tukang	0,480	Jam		16,54	m ² /jam	16,54			17
					Mandor	0,096	Jam		10,417	m ² /jam	3,31			4
					Paku 5 cm dan 7 cm	0,350	kg		2,857			12,06		13
					Multipleks 12 mm	0,350	lembar		2,857			12,06		13
					Dolken 8~10 cm	0,028	Jam		35,714			0,96		1
					Minyak bekisting	0,028	set		35,714			0,96		1
					Alat Bantu	0,500	set		2,000	m ² /set			17,22	18
20.	Pasangan Batu 1 : 4	750,00	m ³	64	Pekerja	8,220	Jam		0,122	m ³ /jam	12,04			13
					Tukang	2,740	Jam		0,365	m ³ /jam	4,01			5
					Mandor	1,074	Jam		0,931	m ³ /jam	1,57			2
					PC	163,000	kg		0,006			238,77		239
					Batu belah	1,200	m ³		0,833			1,76		2
					Pasir Pasang	0,520	m ³		1,923			0,76		1
					Concrete Mixer	0,080	Jam	0,3-0,6 M3	12,450	m ³ /jam			0,12	1
21.	Plesteran 1 : 3	216,50	m ³	21	Pekerja	2,450	Jam		0,408	m ³ /jam	3,16			4
					Tukang	1,190	Jam		0,840	m ³ /jam	1,53			2
					Mandor	0,140	Jam		7,143	m ³ /jam	0,18			1
					PC	10,470	kg		0,096			13,49		14
					Pasir Pasang	0,015	m ³		66,667			0,02		1
					Alat Bantu	0,100	set		10,000	m ³ /set			0,13	1

Lanjutan Tabel 4.14.
Analisa Kebutuhan Sumber Daya Pekerjaan Pelaksanaan Konstruksi *Main Dam* dan *Spillway* pada Bendungan Gondang dengan Penambahan Sumber Daya

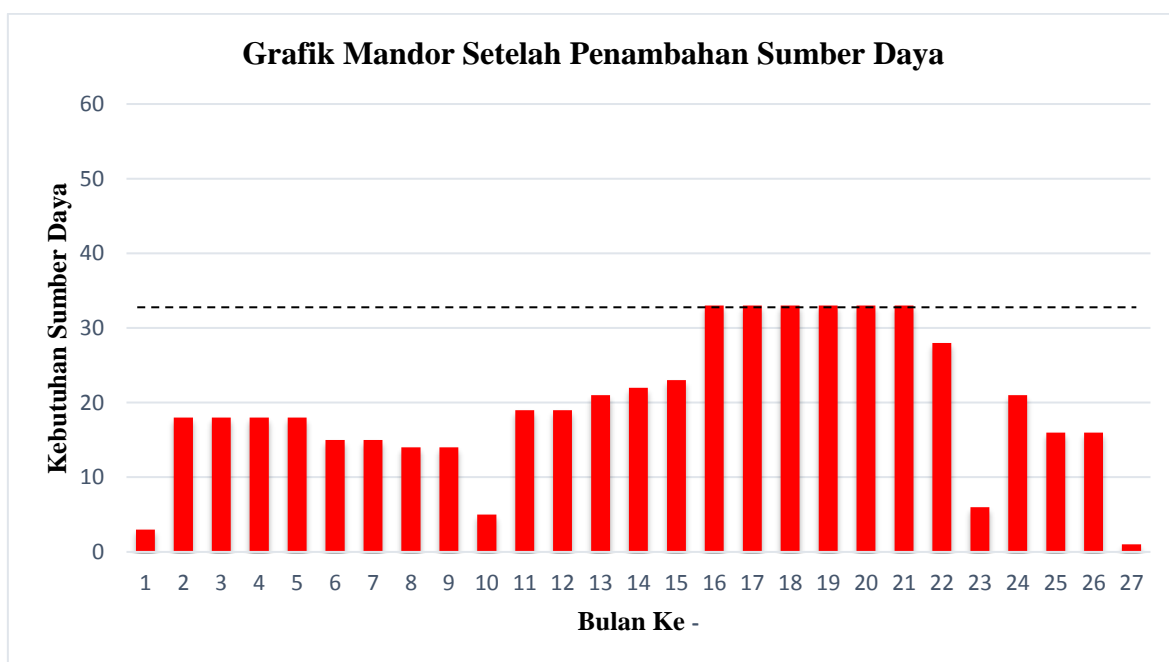
No.	Deskripsi Pekerjaan	Volume Pekerjaan	Satuan	Durasi Pekerjaan	Sumber Daya Terpakai	Koefisien	Satuan	Jenis Alat	Produktivitas		Jumlah Kebutuhan / hari			Kebutuhan Sumber Daya
			Volume	Hari			Koefisien		Orang / Alat	Satuan	SDM (Orang)	Material	Alat (bh)	
22.	Siaran 1 : 2	176,50	m²	11	Pekerja	2,520	Jam		0,397	m²/jam	5,05			6
					Tukang	0,840	Jam		1,190	m²/jam	1,68			2
					Mandor	0,126	Jam		7,937	m²/jam	0,25			1
					PC	4,040	kg		0,248			8,10		9
					Pasir Pasang	0,010	m²		103,093			0,02		1
					Alat bantu	0,010	set		100,000	m²/set			0,02	1
23.	Beton Mutu K-225 untuk Jembatan Penghubung	1473,00	m³	32	Pekerja	8,000	Jam		0,125	m³/jam	46,03			47
					Tukang	1,104	Jam		0,906	m³/jam	6,35			7
					Kepala Tukang	0,144	Jam		6,944	m³/jam	0,83			1
					Mandor	0,400	Jam		2,500	m³/jam	2,30			3
					Batu pecah	1047,000	kg		0,001			6024,34		6025
					Pasir cor	689,000	kg		0,001			3964,44		3965
					PC	371,000	kg		0,003			2134,70		2135
					Air	215,000	liter		0,005			1237,09		1238
					Alat bantu	1,250	set		0,800	m³/set			7,19	8
					Batching Plant	0,075	Jam		13,280	m³/jam			0,43	1
					Concrete Pump	0,100	Jam		9,960	m³/jam			0,58	1
					Concrete Vibrator	0,402	Jam		2,490	m³/jam			2,31	3
					Water Tanker	0,006	Jam	3000 - 4500 L	166,000	m³/jam			0,03	1
					Water Pump	0,027	Jam		36,520	m³/jam			0,16	1
					Dump Truck	0,012	Jam	12 m³	81,312	m³/jam			0,07	1
24.	Besi Tulangan Beton Ulir untuk Jembatan Penghubung	162043,00	kg	32	Pekerja	0,124	Jam		8,065	kg/jam	78,49			79
					Tukang	0,248	Jam		4,032	kg/jam	156,98			157
					Mandor	0,031	Jam		32,258	kg/jam	19,62			20
					Besi Beton Ulir	1,100	kg		0,909			696,28		696

Sumber: Data Perhitungan (2018).

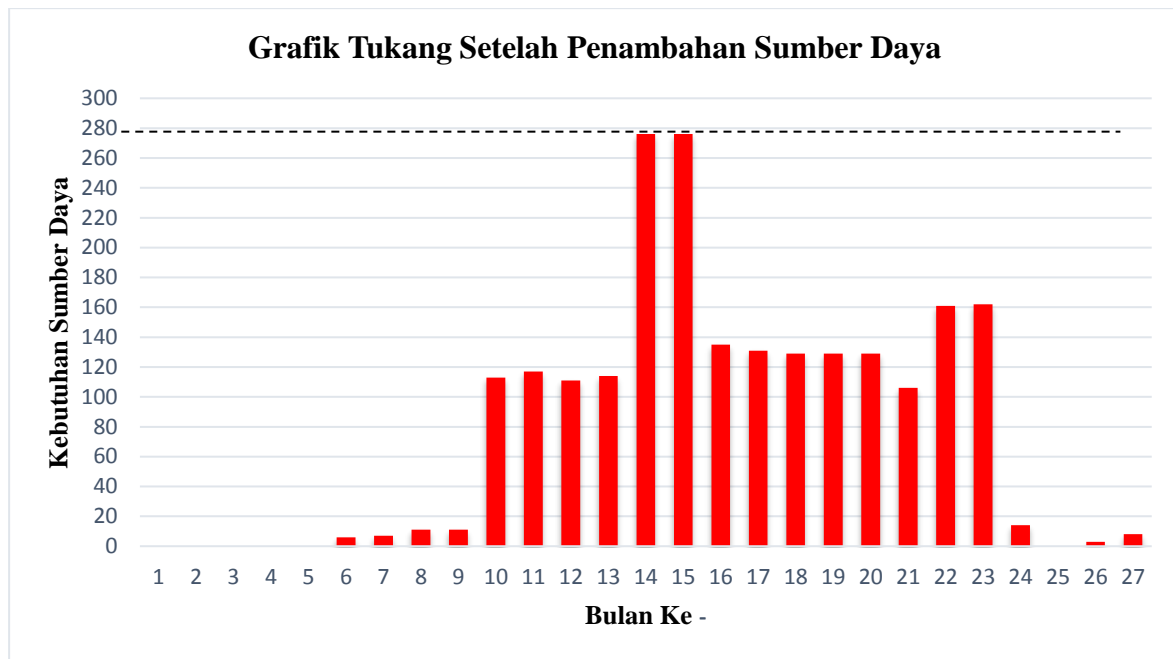
(Halaman ini sengaja dikosongkan)



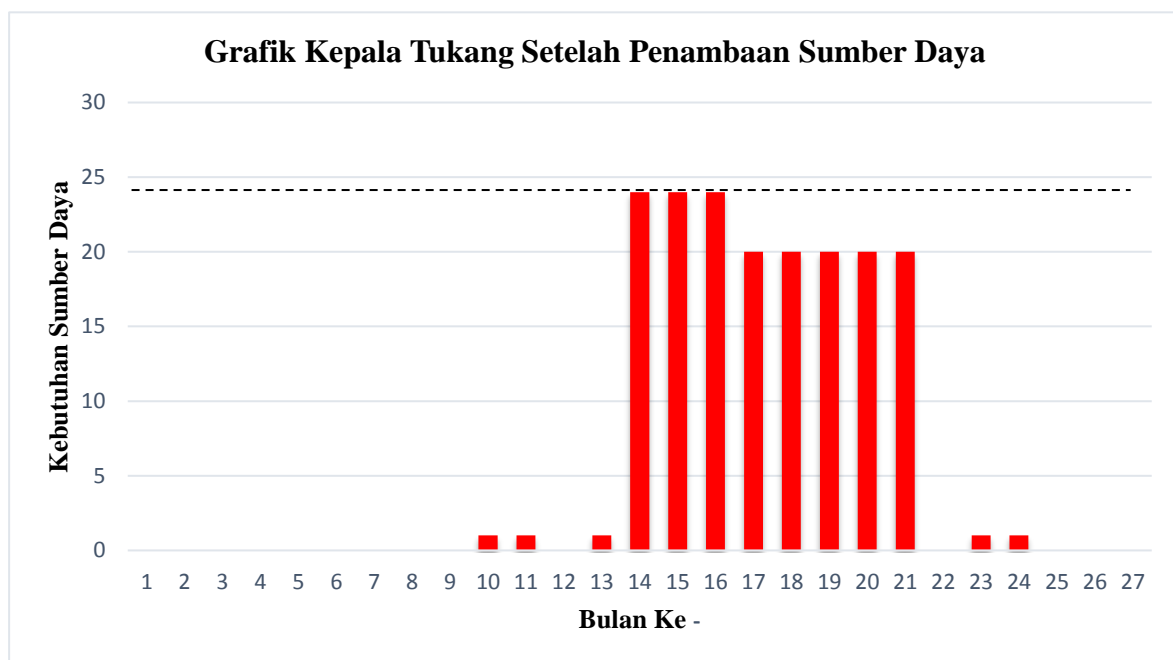
Gambar 4.78. Grafik Pekerja Setelah Penambahan Sumber Daya



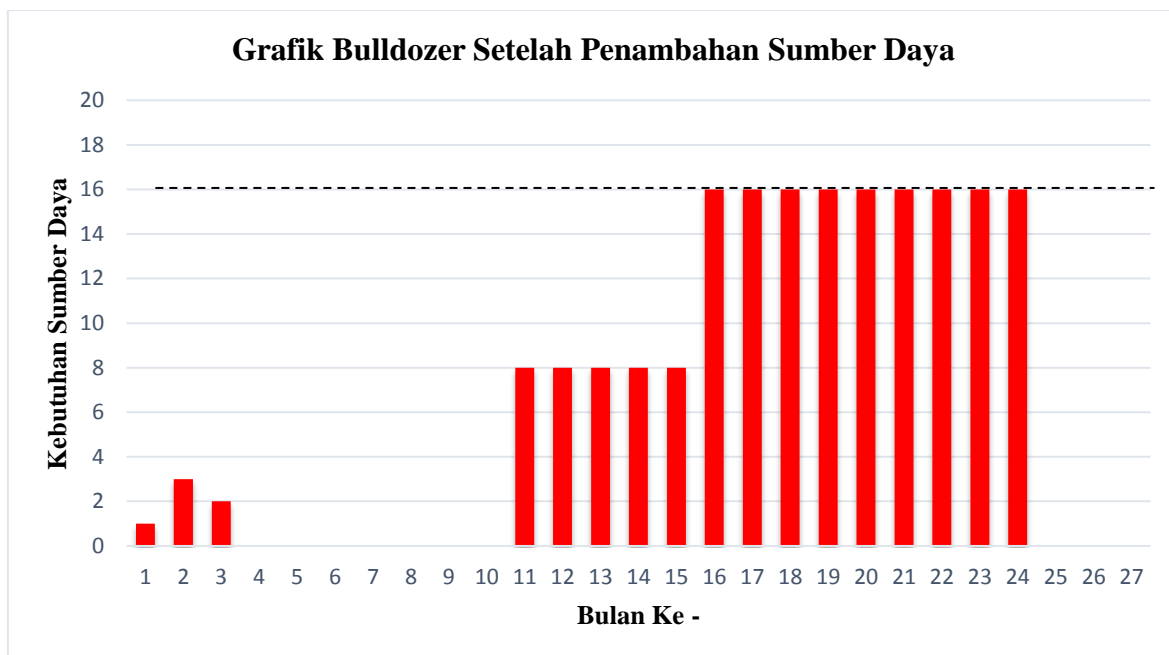
Gambar 4.79. Grafik Mandor Setelah Penambahan Sumber Daya



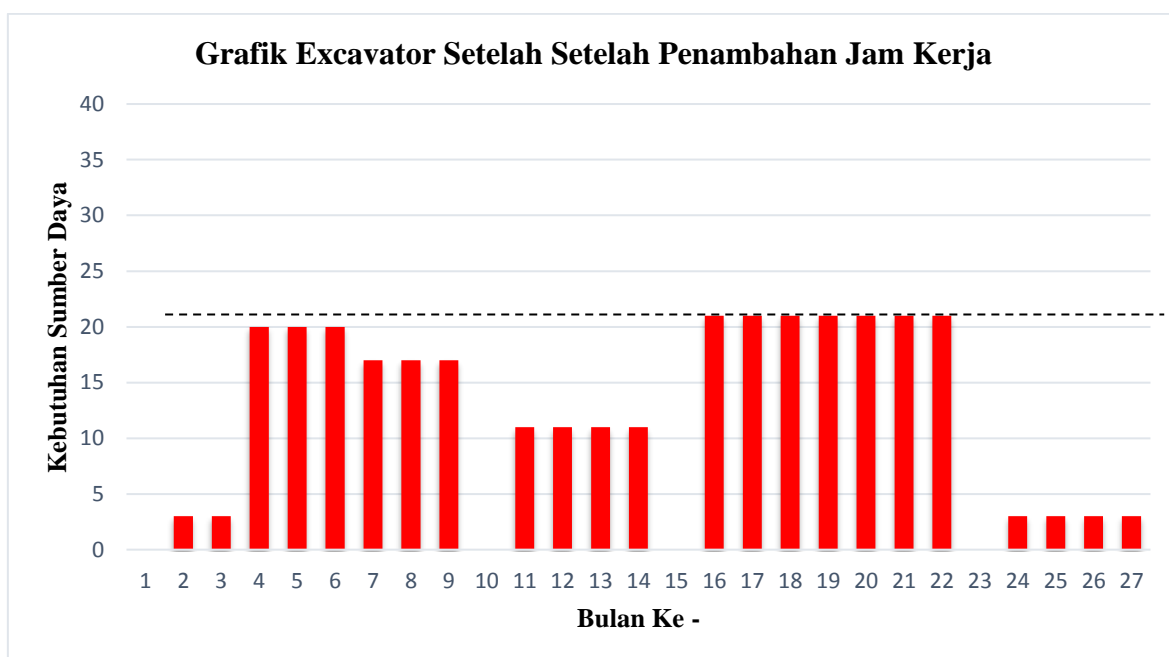
Gambar 4.80. Grafik Tukang Setelah Penambahan Sumber Daya



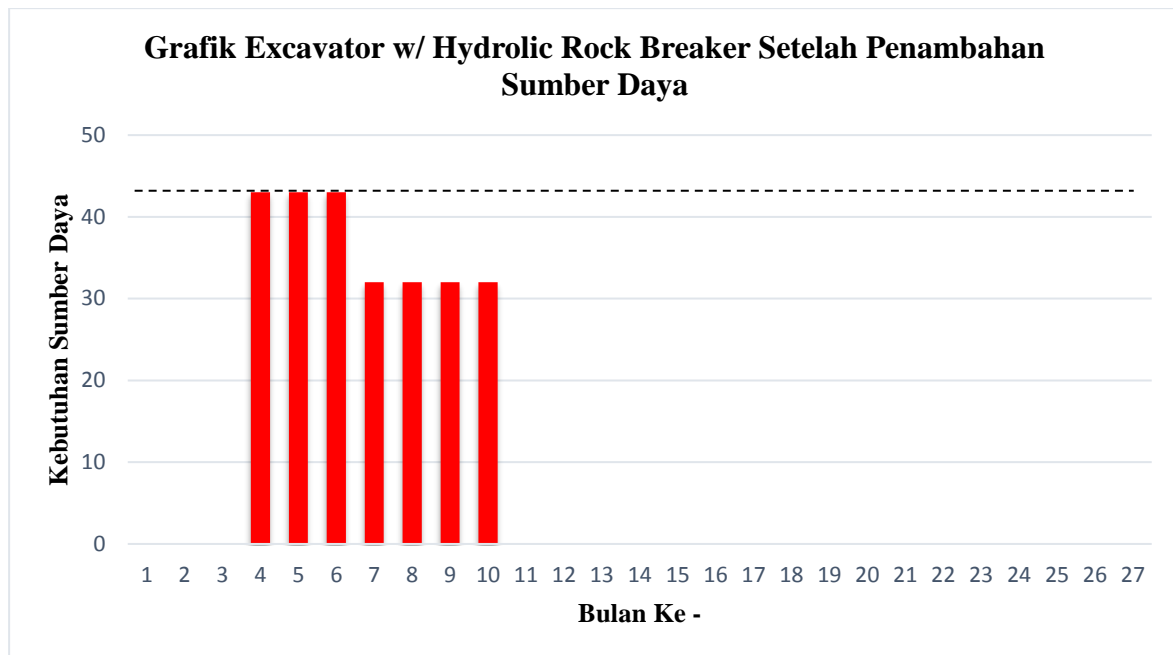
Gambar 4.81. Grafik Kepala Tukang Setelah Penambahan Sumber Daya



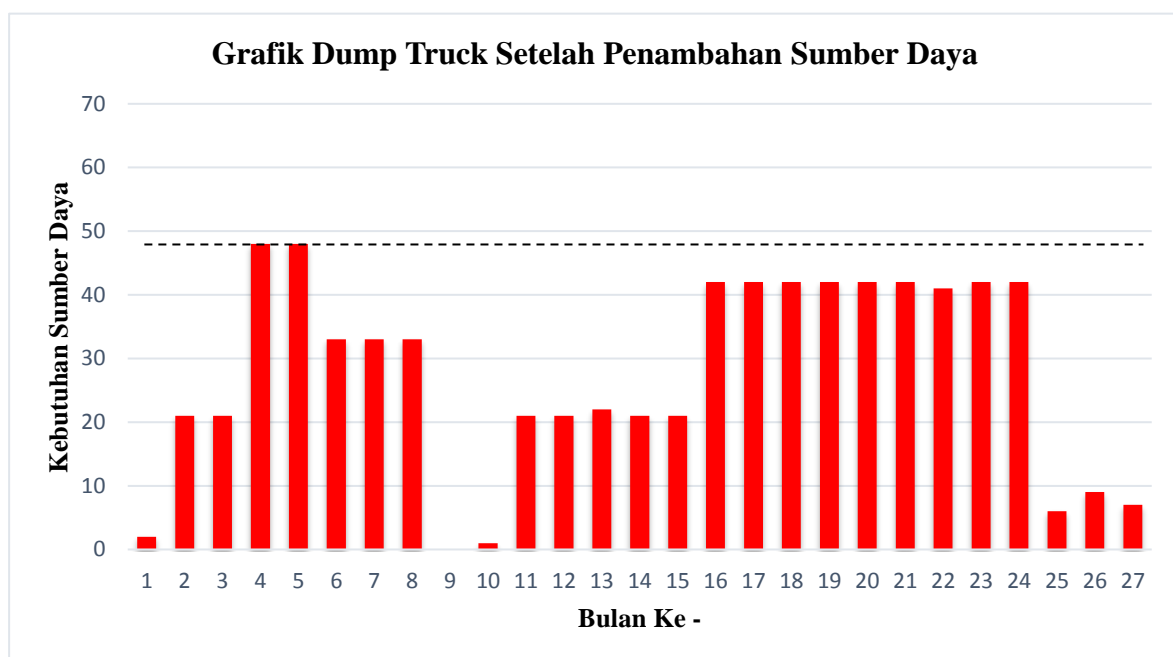
Gambar 4.82. Grafik *Bulldozer* Setelah Penambahan Sumber Daya



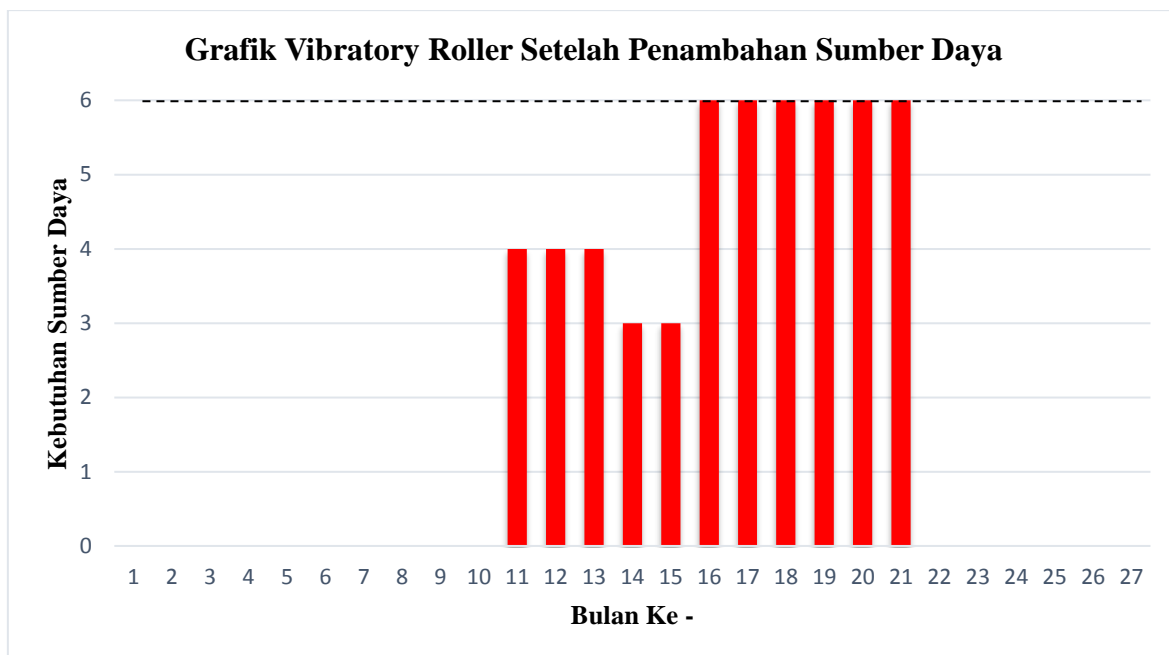
Gambar 4.83. Grafik *Excavator* Setelah Penambahan Sumber Daya



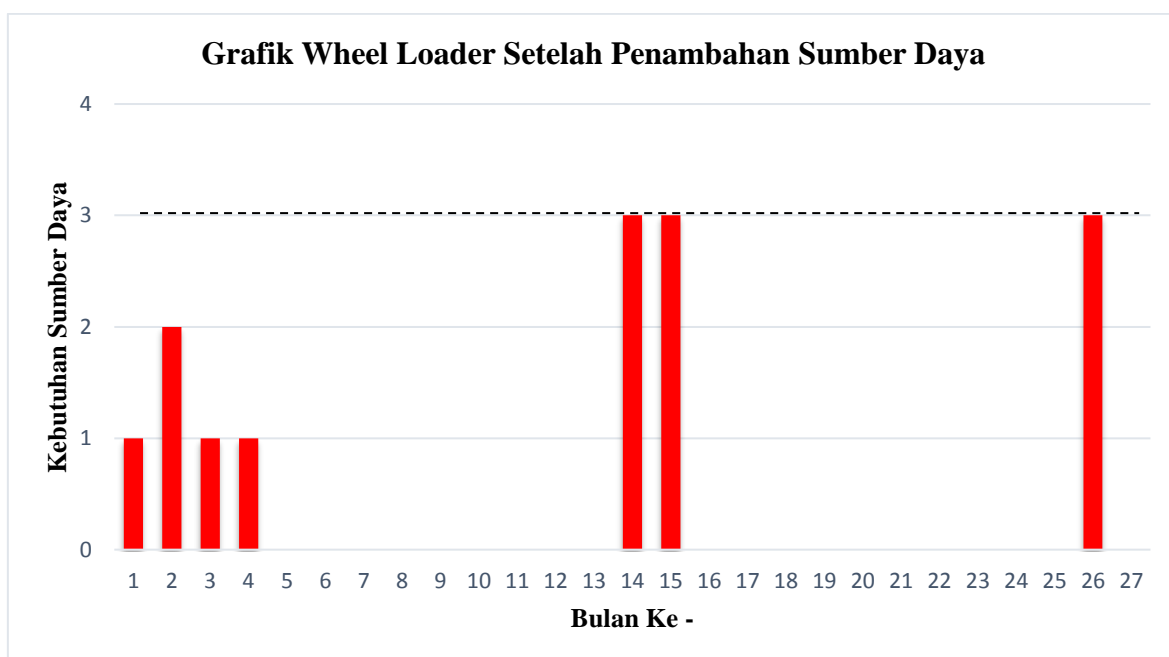
Gambar 4.84. Grafik *Excavator with Hydraulic Rock Breaker* Setelah Penambahan Sumber Daya



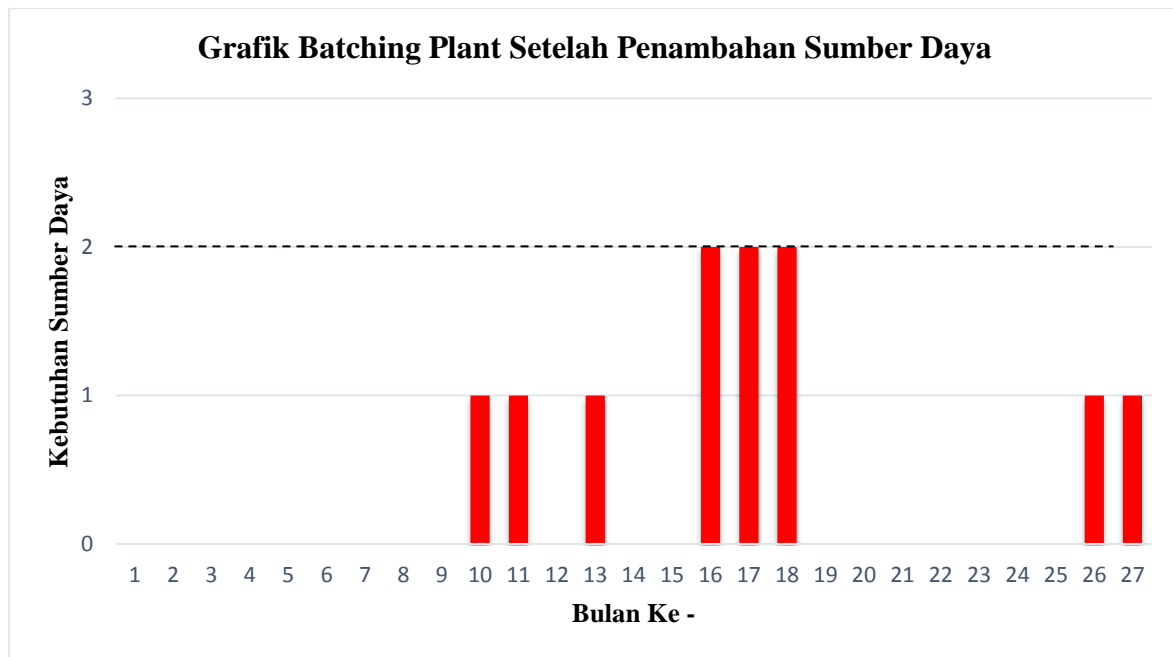
Gambar 4.85. Grafik *Dump Truck* Setelah Penambahan Sumber Daya



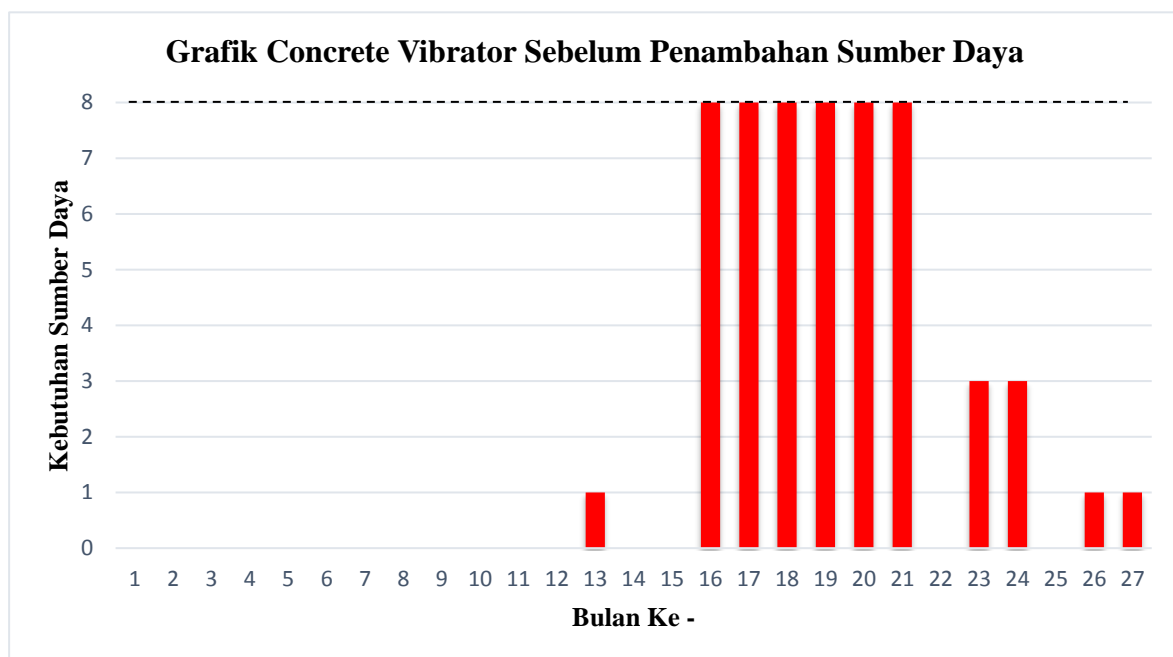
Gambar 4.86. Grafik *Vibratory Roller* Setelah Penambahan Sumber Daya



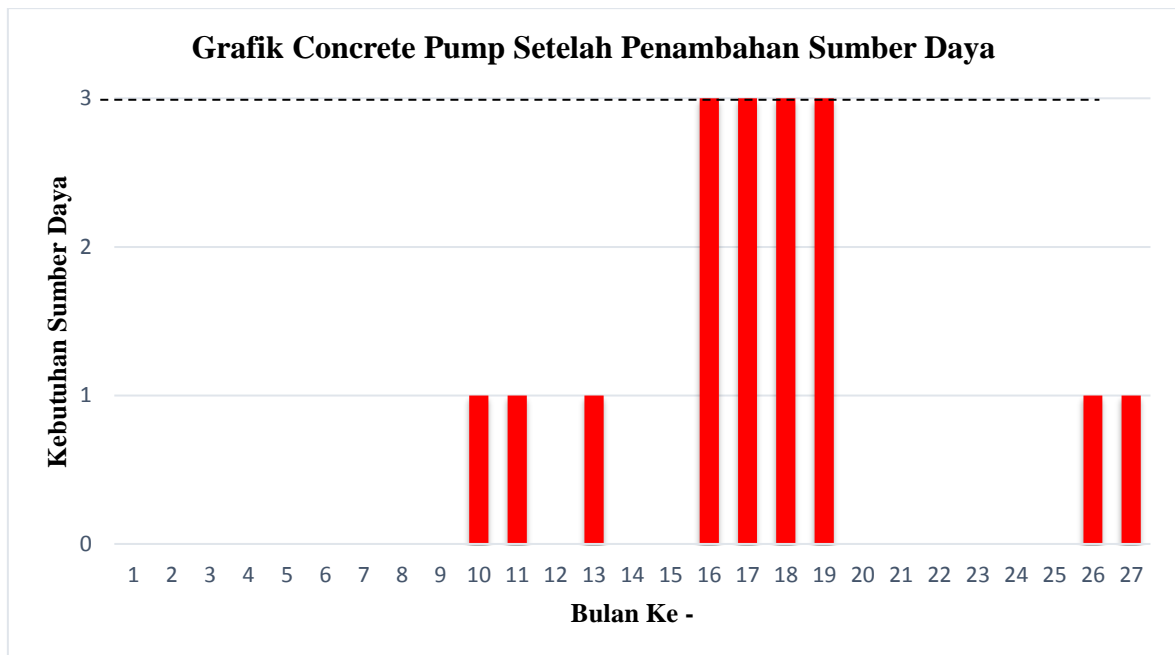
Gambar 4.87. Grafik *Wheel Loader* Setelah Penambahan Sumber Daya



Gambar 4.88. Grafik *Batching Plant* Setelah Penambahan Sumber Daya



Gambar 4.89. Grafik *Concrete Vibrator* Setelah Penambahan Sumber Daya



Gambar 4.90. Grafik Concrete Pump Setelah Penambahan Sumber Daya

4.5.2. Analisa Kegiatan Setelah Percepatan Jadwal Proyek

Setelah dilakukan percepatan jadwal pada proyek menggunakan kedua alternatif, maka langkah selanjutnya yang dilakukan adalah menganalisa perubahan yang telah terjadi baik dari segi waktu pelaksanaan pekerjaan, kebutuhan sumber daya, maupun anggaran yang dikeluarkan. Ketiga hal tersebut harus diperhatikan mengingat setiap pelaksanaan proyek memiliki jumlah ketersediaan yang berbeda terhadap ketiga hal tersebut. Sehingga, pemilihan alternatif yang digunakan disesuaikan dengan kebutuhan dan ketersediaan di lapangan.

4.5.2.1. Analisa Kegiatan Setelah Penambahan Jam Kerja

Penambahan jam kerja (waktu lembur) pada pelaksanaan konstruksi main dam dan spillway pada Bendungan Gondang berpengaruh terhadap waktu pelaksanaan pekerjaan dan biaya/anggaran keseluruhan. Waktu pelaksanaan pekerjaan akan mengalami percepatan diakibatkan oleh bertambahnya waktu kerja yang menyebabkan peningkatan produktivitas. Sedangkan biaya/anggaran keseluruhan akan mengalami perubahan dikarenakan memperhitungkan juga waktu kerja lembur.

Percepatan dilakukan pada kegiatan-kegiatan yang berada dalam lintasan kritis. Sehingga dengan berkurangnya durasi pada kegiatan di lintasan kritis membuat jadwal proyek keseluruhan mengalami percepatan. Berikut ini merupakan perubahan durasi kegiatan yang dipercepat menggunakan alternatif penambahan waktu kerja (lembur).

Tabel 4.15.

Perubahan Durasi Setelah Kegiatan Dipercepat

No.	Uraian Pekerjaan	Durasi	
		Normal	Lembur
I	Pekerjaan Persiapan		
1	Mobilisasi dan Demobilisasi	30	30
2	Penyediaan Air Bersih	30	30
3	Penyediaan Sarana Listrik	30	30
4	Penyediaan Sarana Telekomunikasi	30	30
5	Quality Control	30	30
6	Dokumentasi Foto dan Film Kemajuan Pekerjaan	1095	810
7	Pembuatan Laporan Pelaksanaan Pekerjaan	1095	810
8	Survey Pengukuran, Gambar Kerja dan Gambar Purna Laksana "as built drawing"	1095	810
9	Pengamanan dan Pelaksanaan K3	1095	810
10	Pencegahan HIV AIDS	1095	810
11	Monitoring Lingkungan	1095	810
II	Pekerjaan Main Dam		
1	Pembersihan (Land Clearing and Grubbing)	45	32
2	Pengupasan (Stripping)	45	32
3	Galian Tanah Bendungan Utama	30	21
4	Galian Batu Bendungan Utama	75	54
5	Timbunan Kedap Air / Inti (Clay Material)	150	107
6	Timbunan Material Random	330	235
7	Timbunan Material Filter	75	54
8	Timbunan Rip-Rap	120	86
9	Lean Concrete	30	21
10	Pengeboran Rotary untuk Curtain Grouting	150	107
11	Pencampuran Bahan untuk Grouting	30	21
12	Pengaspalan ATB di atas Tubuh Bendungan	30	21
13	Trotoar (Beton Mutu K-175)	30	21
14	Handrail (Rantai Besi)	15	11
III	Pekerjaan Spillway		
1	Pembersihan (Land Clearing and Grubbing)	30	21
2	Pengupasan (Stripping)	30	21
3	Galian Tanah Spillway	90	64
4	Galian Batu Spillway	270	193
5	Timbunan Tanah Kembali	90	64
6	Pengeboran Rotary untuk Consolidation Grouting	15	11
7	Pengeboran Rotary untuk Sub-Curtain Grouting	30	21
8	Beton Mutu K-175	30	21
9	Beton Mutu K-225	240	171
10	Bekisting tipe ekspose	90	64
11	Pasangan Batu 1 : 4	90	64
12	Plesteran 1 : 3	30	21
13	Siaran 1 : 2	15	11
14	Beton K-225 untuk Jembatan Penghubung	45	32
15	Besi Tulangan Beton Ulir untuk Jembatan Penghubung	45	32

Sumber : Data Perhitungan (2018).

Hasil durasi yang sudah dipercepat, dimasukkan ke dalam *Microsoft Project Manager 2016* untuk mengetahui perubahan total durasi pekerjaan setelah dilakukannya penambahan jam kerja (lembur). Berdasarkan hasil *Microsoft Project Manager 2016* (lampiran 4) dapat dilihat bahwa total durasi berkurang sebanyak 285 hari atau 26,03% efisiensi dari waktu normal.

Langkah selanjutnya adalah menghitung kembali Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) sesuai dengan parameter penambahan jam kerja (lampiran 3). Setelah itu akan didapatkan Harga Satuan Pekerjaan (HSP) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) secara keseluruhan.

Tabel 4.16.

Perbandingan Harga Satuan Pekerjaan pada Bendungan Gondang dengan Penambahan Jam Kerja

No.	Uraian Pekerjaan	Satuan	Harga Satuan (Rp.)	
			Normal	Lembur
I	Pekerjaan Persiapan			
2	Penyediaan Air Bersih	LS	67.813.939,00	53.064.356,00
3	Penyediaan Sarana Listrik	LS	534.172.779,00	398.711.745,00
4	Penyediaan Sarana Telekomunikasi	LS	120.048.500,00	91.520.550,00
5	Quality Control	LS	533.436.419,00	424.142.957,00
6	Dokumentasi Foto dan Film Kemajuan Pekerjaan	LS	192.418.875,00	149.175.675,00
7	Pembuatan Laporan Pelaksanaan Pekerjaan	LS	220.692.505,00	199.800.810,00
8	Survey Pengukuran	LS	632.384.296,00	591.867.540,00
9	Pengamanan dan Pelaksanaan K3	LS	671.341.458,00	530.800.875,00
10	Pencegahan HIV AIDS	LS	440.445.500,00	343.517.625,00
11	Monitoring Lingkungan	LS	274.023.750,00	212.258.475,00
II	Pekerjaan Main Dam	LS		
1	Dewatering Pelaksanaan Bendungan	LS	255.178.907,00	261.624.731,00
2	Pembersihan (Land Clearing and Grubbing)	m ²	6.890,00	7.134,00
3	Pengupasan (Stripping)	m ²	8.402,00	8.402,00
4	Galian Tanah Bendungan Utama	m ³	22.660,00	23.351,00
5	Galian Batu Bendungan Utama	m ³	63.987,00	64.378,00
6	Timbunan Kedap Air / Inti (Clay Material)	m ³	29.599,00	29.980,00
7	Timbunan Material Random	m ³	26.814,00	27.194,00
8	Timbunan Material Filter	m ³	218.077,00	218.458,00
9	Timbunan Rip-Rap	m ³	271.250,00	273.764,00
10	Lean Concrete	m ³	1.038.443,00	1.058.490,00
11	Pengeboran Rotary untuk Curtain Grouting	m'	684.433,00	701.305,00
12	Pencampuran Bahan untuk Grouting	ton	1.708.894,00	1.715.190,00
13	Pengaspalan ATB di atas Tubuh Bendungan	m ³	562.506,00	562.860,00
14	Trotoar (Beton Mutu K-175)	m ³	1.162.639,00	1.182.686,00
15	Handrail (Rantai Besi)	m	142.127,00	143.362,00
III	Pekerjaan Spillway			
1	Pembersihan (Land Clearing and Grubbing)	m ²	6.890,00	7.134,00
2	Pengupasan (Stripping)	m ²	8.402,00	8.402,00
3	Galian Tanah Spillway	m ³	22.660,00	23.351,00
4	Galian Batu Spillway	m ³	64.371,00	64.378,00
5	Timbunan Tanah Kembali	m ³	13.359,00	16.182,00
6	Pengeboran Rotary untuk Consolidation Grouting	m'	666.778,00	682.385,00
7	Pengeboran Rotary untuk Sub-Curtain Grouting	m'	675.262,00	691.476,00
8	Beton Mutu K-175	m ³	1.162.639,00	1.182.686,00

Lanjutan Tabel 4.16.

Perbandingan Harga Satuan Pekerjaan pada Bendungan Gondang dengan Penambahan Jam Kerja

No.	Uraian Pekerjaan	Satuan	Harga Satuan (Rp.)	
			Normal	Lembur
9	Timbunan Rip-Rap	m ³	271.250,00	273.764,00
10	Lean Concrete	m ³	1.038.443,00	1.058.490,00
11	Pengeboran Rotary untuk Curtain Grouting	m'	684.433,00	701.305,00
12	Pencampuran Bahan untuk Grouting	ton	1.708.894,00	1.715.190,00
13	Pengaspalan ATB di atas Tubuh Bendungan	m ³	562.506,00	562.860,00
14	Trotoar (Beton Mutu K-175)	m ³	1.162.639,00	1.182.686,00
15	Handrail (Rantai Besi)	m	142.127,00	143.362,00
III	Pekerjaan Spillway			
1	Pembersihan (Land Clearing and Grubbing)	m ²	6.890,00	7.134,00
2	Pengupasan (Stripping)	m ²	8.402,00	8.402,00
3	Galian Tanah Spillway	m ³	22.660,00	23.351,00
4	Galian Batu Spillway	m ³	64.371,00	64.378,00
5	Timbunan Tanah Kembali	m ³	13.359,00	16.182,00
6	Pengeboran Rotary untuk Consolidation Grouting	m'	666.778,00	682.385,00
7	Pengeboran Rotary untuk Sub-Curtain Grouting	m'	675.262,00	691.476,00
8	Beton Mutu K-175	m ³	1.162.639,00	1.182.686,00
9	Beton Mutu K-225	m ³	1.221.329,00	1.241.376,00
10	Bekisting tipe ekspose	m ²	169.658,00	178.450,00
11	Pasangan Batu 1 : 4	m ³	481.850,00	725.694,00
12	Plesteran 1 : 3	m ³	51.565,00	59.795,00
13	Siaran 1 : 2	m ²	34.748,00	42.187,00
14	Beton K-225 untuk Jembatan Penghubung	m ³	1.221.329,00	1.241.376,00
15	Besi Tulangan Beton Ulir untuk Jembatan Penghubung	kg	20.686,00	21.714,00

Sumber: data Perhitungan (2018).

Tabel 4.17.

Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan Konstruksi *Main Dam* dan *Spillway* pada Bendungan Gondang dengan Penambahan Jam Kerja

NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
				(Rp.)	(Rp.)
1.	Pekerjaan Persiapan				
	1. Mobilisasi dan Demobilisasi	LS	1,00	644.600.000,00	644.600.000,00
	2. Penyediaan Air Bersih	LS	1,00	53.064.356,00	53.064.356,00
	3. Penyediaan Sarana Listrik	LS	1,00	398.711.745,00	398.711.745,00
	4. Penyediaan Sarana Telekomunikasi	LS	1,00	91.520.550,00	91.520.550,00
	5. Quality Control	LS	1,00	424.142.957,00	424.142.957,00
	6. Dokumentasi Foto dan Film Kemajuan Pekerjaan	LS	1,00	149.175.675,00	149.175.675,00
	7. Pembuatan Laporan Pelaksanaan Pekerjaan	LS	1,00	199.800.810,00	199.800.810,00
	8. Survey Pengukuran	LS	1,00	591.867.540,00	591.867.540,00
	9. Pengamanan dan Pelaksanaan K3	LS	1,00	530.800.875,00	530.800.875,00
	10. Pencegahan HIV AIDS	LS	1,00	343.517.625,00	343.517.625,00
	11. Monitoring Lingkungan	LS	1,00	212.258.475,00	212.258.475,00
	Sub Total 1				3.639.460.608,00
2.	Pekerjaan Bendungan Utama				
A	Tubuh Bendungan				
	1 Dewatering Pelaksanaan Bendungan	LS	0,10	261.624.731,00	26.162.473,10
	2 Land Clearing dan Grubbing	m ²	60389	7.134,00	430.815.126,00
	3 Pengupasan (stripping)	m ²	60389	8.402,00	507.388.378,00
	4 Galian tanah	m ³	14022	23.351,00	327.424.317,25
	5 Galian batu	m ³	79457	64.378,00	4.320.722.194,59
	6 Timbunan Material Kedap Air (Inti)	m ³	428882	29.980,00	12.857.869.168,80
	7 Timbunan Material Random	m ³	2079728	27.194,00	56.556.121.056,48
	8 Timbunan Material Filter	m ³	252631	218.4589,00	55.189.175.614,80
	9 Rip-rap	m ³	96050	273.764,00	26.294.911.743,84
	10 Lean concrete	m ³	185	1.058.490,00	195.820.650,00
	11 Bangunan V-Nocth	unit	1	64.100.952,00	64.100.952,00
	12 Pasangan Batu Saluran Drainase kaki bendungan	m ³	1332	699.650,00	931.921.157,04
	Sub Total 2A				157.702.432.831,89
B	Treatment Pondasi Bendungan				
	1 Pengeboran rotary untuk consolidation grouting	m'	3345	666.778,00	2.230.372.410,00
	2 Pengeboran rotary untuk sub-curtain grouting	m'	10035	675.262,00	6.776.254.170,00

Lanjutan Tabel 4.17.

Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan Konstruksi *Main Dam* dan *Spillway* pada Bendungan Gondang dengan Penambahan Jam Kerja

NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
				(Rp.)	(Rp.)
	3 Pengeboran rotary untuk curtain grouting	m'	21715	701.305,00	15.228.838.075,00
	4 Water presure tes untuk curtain grouting	test	2020	321.794,00	650.023.880,00
	5 Water presure tes untuk sub-curtain grouting dan consolidation grouting	test	2020	321.794,00	650.023.880,00
	6 Pencampuran bahan untuk grouting				
	Material untuk grouting	ton	51	1.715.190,00	87.474.690,00
	Slush grouting	ton	118	1.715.190,00	202.392.420,00
	Rim grouting	ton	2	1.715.190,00	3.430.380,00
	Sub Total 2B				25.828.809.905,00
C	Perkerasan pada Puncak Bendungan				
	1 Pengaspalan ATB diatas tubuh bendungan				
	a. Lapisan Penetrasi / ATB	m ³	450	126.208,00	56.793.600,00
	b. Prime coat	m ²	4800	29.686,00	142.492.800,00
	c. Base Course/LPA	m ³	1620	246.383,00	399.140.460,00
	d. Sub-Base Course/LPB	m ³	1800	160.583,00	289.049.400,00
	2 Hand rail (rantai besi)	m	1200	143.362,00	172.034.400,00
	3 Patok Pengaman (Patok pengaman)	bh	46	94.828,00	4.362.088,00
	4 Trotoar (beton K-175)	m ³	486	1.182.686,00	574.785.396,00
	Sub Total 2C				1.638.658.144,00
	Sub Total 2				185.169.900.880,89
3.	Pekerjaan Bangunan Pelimpah				
A	Pekerjaan Tanah				
	1 Land Clearing dan Grubbing	m ²	21052	7.134,00	150.184.968,00
	2 Pengupasan (stripping)	m ²	21052	8.402,00	176.878.904,00
	3 Galian tanah	m ³	218585	23.351,00	5.104.176.951,53
	4 Galian batu	m ³	1238648	64.378,00	77.264.384.794,46
	5 Timbunan Tanah kembali	m ³	5408	16.182,00	87.517.752,62
	Sub Total 3A				82.783.143.370,61
B	Pekerjaan Grouting				
	1 Pengeboran rotary untuk consolidation grouting	m'	225	682.385,00	153.536.625,00
	2 Pengeboran rotary untuk sub-curtain grouting	m'	675	691.476,00	466.746.300,00
	3 Pemboran rotary untuk curtain grouting	m'	1125	684.433,00	769.987.125,00
	4 Water presure tes untuk curtain grouting.	test	46	321.794,00	14.802.524,00

Lanjutan Tabel 4.17.

Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan Konstruksi *Main Dam* dan *Spillway* pada Bendungan Gondang dengan Penambahan Jam Kerja

NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
	5 Water presure tes untuk sub-curtain grouting dan consolidation grouting	test	40	321.794,00	12.871.760,00
	6 Pencampuran bahan untuk grouting				
	Material untuk grouting	ton	3	1.708.894,00	5.126.682,00
	Slush grouting	ton	9	1.708.894,00	15.380.046,00
	Contact grouting	ton	11	1.708.894,00	18.797.834,00
	Sub Total 3B				1.457.248.896,00
C	Pekerjaan Beton				
	1 Beton K-175	m ³	352	1.182.686,00	416.016.648,25
	2 Beton K-225	m ³	28024	1.241.376,00	34.788.144.823,09
	3 Besi Tulangan Beton ulir	kg	2096730	21.714,00	45.528.405.382,15
	4 Bekisting tipe ekspose	m ²	17638	178.450,00	3.147.477.437,53
	5 Waterstop	m	437	53.763,00	23.494.431,00
	6 Handraill tepi dinding spillway.	m	547	142.127,00	77.743.469,00
	7 Weep hole Type 1	bh	300	35.713,00	10.713.900,00
	8 Collector Drain type 2	m	500	143.607,00	71.751.801,48
	9 Dowel Bar	bh	212	83.252,00	17.649.424,00
	10 Joint sealant	m	1621	35.128,00	56.930.895,76
	Sub Total 3C				84.138.328.212,26
D	Pekerjaan Pasangan				
	1 Pasangan Batu 1 : 4	m ³	750,0	725.694,00	544.270.500,00
	2 Plesteran 1 : 3	m ³	217	59.795,00	12.945.617,50
	3 Siaran 1:2	m ²	177	42.187,00	7.446.005,50
	Sub Total 3D				564.662.123,00
E	Jembatan Penghubung				
	1 Beton K 225	m ³	1473	1.241.376,00	1.828.546.848,00
	2 Besi Tulangan Beton ulir	kg	162043	21.714,00	3.518.601.702,00
	3 Handraill jembatan.	m	118	42.119,00	16.770.042,00
	4 Elastomeric Bearing pad	buah	6	2.500.000,00	15.000.000,00
	5 Pipa drainase PVC ø 10 cm	m	72	35.713,00	2.571.336,00
	6 Bekisting tipe ekspose	m ²	32	167.248,00	5.351.936,00
	7 Perancah untuk pekerjaan struktur bangunan atas.	m ³	2	154.183,00	308.366,00
	Sub Total 3E				5.387.225.414,00
	Sub Total 3				176.807.904.011,08
Total Anggaran Pelaksanaan Main Dam dan Spillway dengan Penambahan Waktu Kerja (Lembur)					363.139.969.504,77

Sumber: Data Perhitungan (2018).

Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan alternatif penambahan jam kerja (lembur), didapatkan rencana anggaran biaya pada pelaksanaan konstruksi *main dam* dan *spillway* pada Bendungan Gondang sebesar Rp. 363.139.970.000,00 (tiga ratus enam puluh tiga miliar seratus tiga puluh sembilan juta sembilan ratus tujuh puluh ribu rupiah). Dimana rencana anggaran biaya lebih besar dibandingkan pelaksanaan konstruksi sebelum dilakukan penambahan jam kerja.

Jika ditinjau dari kebutuhan sumber daya, tidak terjadi perubahan kebutuhan sumber daya baik sumber daya pekerja, material, dan alat berat yang digunakan. Hal ini terjadi dikarenakan dalam alternatif ini yang membuat produktivitas pekerja maupun alat berat bertambah adalah jam kerja dari pekerja dan alat berat, sehingga dengan jumlah sumber daya yang sama menghasilkan produktivitas yang semakin tinggi.

4.5.2.2. Analisa Kegiatan Setelah Penambahan Sumber Daya

Penambahan sumber daya dalam pelaksanaan konstruksi *main dam* dan *spillway* pada Bendungan Gondang memiliki tujuan yang sama dengan penambahan jam kerja (lembur), yaitu mempercepat jadwal proyek dalam cangkupan keseluruhan. Salah satu faktor alternatif ini dilakukan ketika dalam suatu proyek tidak memungkinkan untuk melakukan pekerjaan lembur. Dalam studi ini alternatif penambahan sumber daya sebagai pembanding dengan alternatif penambahan jam kerja, sehingga nantinya dapat diketahui alternatif mana yang lebih optimal untuk percepatan pelaksanaan konstruksi *main dam* dan *spillway* pada Bendungan Gondang.

Percepatan yang dilakukan dalam alternatif ini sama seperti hal yang dilakukan dalam percepatan menggunakan alternatif penambahan jam kerja, yang membedakan dari alternatif penambahan jam kerja adalah untuk meningkatkan produktivitas pekerja/alat berat dengan cara menambah jumlah pekerja/alat berat. Sehingga perlu dilakukan analisa penambahan jumlah pekerja dan alat berat terhadap biaya keseluruhan proyek.

Berikut ini merupakan tabel penambahan kebutuhan sumber daya dalam pelaksanaan konstruksi *main dam* dan *spillway* pada Bendungan Gondang.

Tabel 4.18.

Penambahan Kebutuhan Sumber Daya Setelah Kegiatan Dipercepat

No.	Jenis Sumber Daya	Kebutuhan Sumber Daya	
		Normal	Penambahan Sumber Daya
1	Pekerja	330	382
2	Mandor	28	33
3	Tukang	245	276
4	Kepala Tukang	20	24
5	Bulldozer	11	16
6	Excavator 80 - 140 Hp	15	21

Lanjutan Tabel 4.18.

Penambahan Kebutuhan Sumber Daya Setelah Kegiatan Dipercepat

No.	Jenis Sumber Daya	Kebutuhan Sumber Daya	
		Normal	Penambahan Sumber Daya
7	Excavator with Hydrolic Rock Breaker	29	43
8	Dump Truck	31	48
9	Vibratory Roller	4	6
10	Wheel Loader	2	3
11	Batching Plant	1	2
12	Concrete Vibrator	6	8
13	Concrete Pump	2	3

Sumber: Hasil Perhitungan (2018).

Langkah selanjutnya adalah menghitung kembali Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) yang berhubungan dengan jumlah alat yang digunakan, hal ini dikarenakan jumlah alat berat yang dibutuhkan bertambah dari jumlah rencana awal. Dalam hal ini dihitung kembali Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) dibagian persiapan yaitu mobilisasi dan demobilisasi yang nantinya berpengaruh terhadap Rancangan Anggaran Biaya (RAB) proyek secara keseluruhan.

Tabel 4.19.

Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan Konstruksi *Main Dam* dan *Spillway* pada Bendungan Gondang dengan Penambahan Sumber Daya

NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
				(Rp.)	(Rp.)
1.	Pekerjaan Persiapan				
1.	Mobilisasi dan Demobilisasi	LS	1,00	983.400.000,00	983.400.000,00
2.	Penyediaan Air Bersih	LS	0,74	67.813.939,00	50.182.314,86
3.	Penyediaan Sarana Listrik	LS	0,74	534.172.779,00	395.287.856,46
4.	Penyediaan Sarana Telekomunikasi	LS	0,74	120.048.500,00	88.835.890,00
5.	Quality Control	LS	0,74	533.436.419,00	394.742.950,06
6.	Dokumentasi Foto dan Film Kemajuan Pekerjaan	LS	0,74	192.418.875,00	142.389.967,50
7.	Pembuatan Laporan Pelaksanaan Pekerjaan	LS	0,74	220.692.505,00	163.312.453,70
8.	Survey Pengukuran	LS	0,74	632.384.296,00	467.964.379,04
9.	Pengamanan dan Pelaksanaan K3	LS	0,74	671.341.458,00	496.792.678,92
10.	Pencegahan HIV AIDS	LS	0,74	440.445.500,00	325.929.670,00
11.	Monitoring Lingkungan	LS	0,74	274.023.750,00	202.777.575,00
	Sub Total 1				3.711.615.735,54
2.	Pekerjaan Bendungan Utama				
A	Tubuh Bendungan				
1	Dewatering Pelaksanaan Bendungan	LS	0,1	255.178.907,00	25.517.890,70
2	Land Clearing dan Grubbing	m ²	60389	6.890,00	416.080.210,00
3	Pengupasan (stripping)	m ²	60389	8.402,00	507.388.378,00
4	Galian tanah	m ³	14022	22.660,00	317.735.216,00
5	Galian batu	m ³	79457	63.987,00	5.084.226.177,22
6	Timbunan Material Kedap Air (Inti)	m ³	428882	29.599,00	12.694.465.294,44
7	Timbunan Material Random	m ³	2079728	26.814,00	55.765.824.446,88
8	Timbunan Material Filter	m ³	252631	218.077,00	55.092.923.356,20
9	Rip-rap	m ³	96050	271.250,00	26.053.443.150,00
10	Lean concrete	m ³	185	1.038.443,00	192.111.955,00
11	Bangunan V-Nocth	unit	1	64.100.952,00	64.100.952,00
12	Pasangan Batu Saluran Drainase kaki bendungan	m ³	1332	699.650,00	931.921.157,04
	Sub Total 2A				157.145.738.183,48
B	Treatment Pondasi Bendungan				
1	Pengeboran rotary untuk consolidation grouting	m'	3345	666.778,00	2.230.372.410,00
2	Pengeboran rotary untuk sub-curtain grouting	m'	10035	675.262,00	6.776.254.170,00
3	Pengeboran rotary untuk curtain grouting	m'	21715	684.433,00	14.862.462.595,00
4	Water presure tes untuk curtain grouting	test	2020	321.794,00	650.023.880,00
5	Water presure tes untuk sub-curtain grouting dan consolidation grouting	test	2020	321.794,00	650.023.880,00

Lanjutan Tabel 4.19.

Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan Konstruksi *Main Dam* dan *Spillway* pada Bendungan Gondang dengan Penambahan Sumber Daya

NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
				(Rp.)	(Rp.)
	6 Pencampuran bahan untuk grouting				
	Material untuk grouting	ton	51	1.708.894,00	87.153.594,00
	Slush grouting	ton	118	1.708.894,00	201.649.492,00
	Rim grouting	ton	2	1.708.894,00	3.417.788,00
	Sub Total 2B				25.461.357.809,00
C	Perkerasan pada Puncak Bendungan				
	1 Pengaspalan ATB diatas tubuh bendungan				
	a. Lapisan Penetrasi / ATB	m ³	450	126.163,00	56.773.350,00
	b. Prime coat	m ²	4800	29.611,00	142.132.800,00
	c. Base Course/LPA	m ³	1620	246.266,00	398.950.920,00
	d. Sub-Base Course/LPB	m ³	1800	160.466,00	288.838.800,00
	2 Hand rail (rantai besi)	m	1200	142.127,00	170.552.400,00
	3 Patok Pengaman (Patok pengaman)	bh	46	94.828,00	4.362.088,00
	4 Trotoar (beton K-175)	m ³	486	1.162.639,00	565.042.554,00
	Sub Total 2C				1.626.652.912,00
	Sub Total 2				184.233.748.904,48
3.	Pekerjaan Bangunan Pelimpah				
A	Pekerjaan Tanah				
	1 Land Clearing dan Grubbing	m ²	21052	6.890,00	145.048.280,00
	2 Pengupasan (stripping)	m ²	21052	8.402,00	176.878.904,00
	3 Galian tanah	m ³	218585	22.660,00	4.953.134.757,47
	4 Galian batu	m ³	1238648	64.371,00	79.733.010.253,68
	5 Timbunan Tanah kembali	m ³	5408	13.359,00	72.250.009,72
	Sub Total 3A				85.080.322.204,87
B	Pekerjaan Grouting				
	1 Pengeboran rotary untuk consolidation grouting	m'	225	666.778,00	150.025.050,00
	2 Pengeboran rotary untuk sub-curtain grouting	m'	675	675.262,00	455.801.850,00
	3 Pemboran rotary untuk curtain grouting	m'	1125	684.433,00	769.987.125,00
	4 Water presure tes untuk curtain grouting.	test	46	321.794,00	14.802.524,00
	5 Water presure tes untuk sub-curtain grouting dan consolidation grouting	test	40	321.794,00	12.871.760,00
	6 Pencampuran bahan untuk grouting				
	Material untuk grouting	ton	3	1.708.894,00	5.126.682,00
	Slush grouting	ton	9	1.708.894,00	15.380.046,00
	Contact grouting	ton	11	1.708.894,00	18.797.834,00
	Sub Total 3B				1.442.792.871,00

Lanjutan Tabel 4.19.

Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan Konstruksi *Main Dam* dan *Spillway* pada Bendungan Gondang dengan Penambahan Sumber Daya

NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	VOLUME	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
				(Rp.)	(Rp.)
C	Pekerjaan Beton				
1	Beton K-175	m ³	352	1.162.639,00	408.964.999,93
2	Beton K-225	m ³	28024	1.221.329,00	34.226.350.540,56
3	Besi Tulangan Beton ulir	kg	2096730	20.686,00	43.372.966.461,05
4	Bekisting tipe ekspose	m ²	17638	169.568,00	2.990.817.899,28
5	Waterstop	m	437	53.763,00	23.494.431,00
6	Handraill tepi dinding spillway.	m	547	142.127,00	77.743.469,00
7	Weep hole Type 1	bh	300	35.713,00	10.713.900,00
8	Collector Drain type 2	m	500	143.607,00	71.751.801,48
9	Dowel Bar	bh	212	83.252,00	17.649.424,00
10	Joint sealant	m	1621	35.128,00	56.930.895,76
	Sub Total 3C				81.257.383.822,06
D	Pekerjaan Pasangan				
1	Pasangan Batu 1 : 4	m ³	750,0	481.850,00	361.387.500,00
2	Plesteran 1 : 3	m ³	217	51.565,00	11.163.822,50
3	Siaran 1:2	m ²	177	34.748,00	6.133.022,00
	Sub Total 3D				378.684.344,50
E	Jembatan Penghubung				
1	Beton K 225	m ³	1473	1.221.329,00	1.799.017.617,00
2	Besi Tulangan Beton ulir	kg	162043	20.686,00	3.352.021.498,00
3	Handraill jembatan.	m	118	142.127,00	16.770.986,00
4	Elastomeric Bearing pad	buah	6	2.500.000,00	15.000.000,00
5	Pipa drainase PVC ø 10 cm	m	72	35.713,00	2.571.336,00
6	Bekisting tipe ekspose	m ²	32	169.568,00	5.426.176,00
7	Perancah untuk pekerjaan struktur bangunan atas.	m ³	2	154.183,00	308.366,00
	Sub Total 3E				5.191.115.979,00
	Sub Total 3				173.350.299.221,43
	Total Anggaran Keseluruhan				361.295.663.861,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan alternatif penambahan sumber daya, didapatkan anggaran biaya pelaksanaan konstruksi *main dam* dan *spillway* pada Bendungan Gondang sebesar Rp. 361.295.664.000,00 (tiga ratus enam puluh satu miliar dua ratus sembilan puluh lima juta enam ratus enam puluh empat ribu rupiah). Dimana rencana anggaran biaya ini lebih kecil dari pelaksanaan konstruksi sebelum dilakukan penambahan sumber daya.

4.6. Evaluasi Perubahan Waktu dan Biaya Setelah dipercepat

Berdasarkan rencana awal kerja proyek hingga percepatan jadwal proyek dengan menggunakan alternatif jam kerja dan penambahan sumber daya, terdapat perubahan anggaran biaya pelaksanaan konstruksi *main dam* dan *spillway* pada Bendungan Gondang. Secara garis besar terjadi pengurangan serta penambahan rencana anggaran biaya dari kedua alternatif tersebut. Untuk alternatif penambahan jam kerja terjadi penambahan rencana anggaran biaya keseluruhan proyek dikarenakan upah yang harus dibayarkan kepada pekerja bertambah besar. Berdasarkan hasil perhitungan, besar perbedaan rencana anggaran biaya antara durasi awal dengan durasi dipercepat menggunakan alternatif penambahan jam kerja adalah sebesar Rp. 1.224.543.000,00 (satu miliar dua ratus dua puluh empat juta lima ratus empat puluh tiga ribu rupiah) terjadi inefisiensi biaya sebesar 0,34% dari anggaran sebelum dilakukan penambahan jam kerja. Sedangkan untuk alternatif penambahan sumber daya terjadi penurunan rencana anggaran biaya sebesar Rp. 619.763.000,00 (enam ratus sembilan belas juta tujuh ratus enam puluh tiga ribu rupiah) terjadi efisiensi biaya sebesar 0,17% dari anggaran sebelum dilakukan penambahan sumber daya.

Tabel 4.20.

Perbandingan Biaya Waktu Normal dengan Waktu Dipercepat

Alternatif	Durasi		Biaya (Rp.)		Percepatan	Selisih Biaya
	Normal	Percepatan	Normal	Percepatan	Waktu	(Rp.)
Penambahan Jam Kerja	1095 hari	810 hari	361.915.427.000,00	363.139.970.000,00	285 Hari	1.224.543.000,00
Penambahan Sumber Daya	1095 hari	810 hari	361.915.427.000,00	361.295.664.000,00	285 Hari	619.763.000,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

Alternatif percepatan durasi proyek dalam skripsi ini bertujuan untuk mencari waktu dan biaya proyek yang paling optimal. Berdasarkan tabel diatas terjadi percepatan jadwal proyek dari 1095 hari menjadi 810 hari. Tetapi untuk rencana anggaran biaya alternatif percepatan dengan penambahan jam kerja tidak mengalami penurunan, melainkan mengalami kenaikan dikarenakan jumlah upah yang harus dibayarkan lebih besar daripada pengurangan biaya akibat kegiatan yang harus dilakukan setiap hari selama proyek

berlangsung. Berbeda dengan alternatif penambahan jam kerja, untuk alternatif penambahan sumber daya mengalami penurunan rencana anggaran biaya. Hal ini dikarenakan jumlah kenaikan biaya untuk mobilisasi dan demobilisasi lebih kecil dibandingkan pengurangan biaya akibat kegiatan yang harus dilakukan setiap hari selama proyek berlangsung.

Dalam studi ini dikarenakan yang ditinjau untuk pemilihan alternatif yang optimal dalam segi waktu dan biaya dari masing-masing alternatif, maka disimpulkan bahwa alternatif yang optimal adalah alternatif penambahan sumber daya dengan durasi jadwal pelaksanaan proyek selama 810 hari dan rencana anggaran biaya sebesar Rp. 361.295.664.000,00 (tiga ratus enam puluh satu miliar dua ratus sembilan puluh lima juta enam ratus enam puluh empat ribu rupiah). Tetapi dalam kondisi di lapangan tidak selalu alternatif yang memiliki biaya yang lebih murah menjadi pilihan yang harus dilakukan. Hal ini dikarenakan kedua alternatif yang dilakukan memiliki kebutuhan sumber daya yang berbeda dan kondisi di lapangan sangat berpengaruh terhadap pemilihan alternatif yang akan digunakan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil analisa percepatan durasi pelaksanaan konstruksi *main dam* dan *spillway* pada Bendungan Gondang di kabupaten karanganyar dengan menggunakan program *Microsoft Project Manager 2016* dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Jumlah rencana anggaran biaya untuk pelaksanaan konstruksi *main dam* dan *spillway* pada Bendungan Gondang sebesar Rp.361.915.427.000,00. (tiga ratus enam puluh satu miliar sembilan ratus lima belas juta empat ratus dua puluh tujuh ribu rupiah).

Setelah dilakukan percepatan durasi terjadi perubahan biaya diantaranya:

- a) Perubahan biaya total akibat penambahan jam kerja selama 4 jam per hari pada kegiatan kritis menjadi Rp. 363.139.970.000,00 (tiga ratus enam puluh tiga miliar seratus tiga puluh sembilan juta sembilan ratus tujuh puluh ribu rupiah) terjadi kenaikan anggaran total biaya sebesar Rp. 1.224.543.000,00 (satu miliar dua ratus dua puluh empat juta lima ratus empat puluh tiga ribu rupiah) dengan inefisiensi biaya sebesar 0,34% dari anggaran sebelum dilakukan penambahan jam kerja.
 - b) Perubahan biaya total akibat penambahan sumber daya pada kegiatan kritis menjadi Rp. 361.295.664.000,00 (tiga ratus enam puluh satu miliar dua ratus sembilan puluh lima juta enam ratus enam puluh empat ribu rupiah) terjadi penurunan anggaran total biaya sebesar Rp. 619.763.000,00 (enam ratus sembilan belas juta tujuh ratus enam puluh tiga ribu rupiah) dengan efisiensi biaya sebesar 0,17% dari anggaran sebelum dilakukan penambahan sumber daya.
2. Dalam studi ini sumber daya yang dianalisa merupakan sumber daya manusia dan alat berat. Dari hasil analisa kebutuhan sumber daya pada pelaksanaan konstruksi *main dam* dan *spillway* pada Bendungan Gondang, diketahui jumlah sumber daya manusia yang dibutuhkan meliputi pekerja 330 orang, mandor 28 orang, tukang 245 orang, kepala tukang 20 orang. Sedangkan alat berat yang dibutuhkan adalah *bulldozer with ripper* 11 buah, *excavator 80-140 Hp* 15 buah, *excavator with hydrolic rock breaker* 29 buah, *dump truck* 31 buah, *motor grader* 1 buah, *water tanker 3000-4500L* 3 buah, *vibratory roller 5-8 T with sheep foot* 4 buah, *wheel loader* 2 buah, *three wheel roller* 1 buah, *asphalt sprayer* 1 buah, *air compressor* 1 buah, *compressor 4000-6500* 1 buah, *batching plant* 1 buah, *water pump* 2 buah, *concrete mixer* 1 buah, *concrete vibrator* 6 buah, dan

concrete pump 2 buah. Setelah dilakukan percepatan dengan menggunakan dua alternatif diketahui bahwa:

- a) Percepatan menggunakan alternatif penambahan jam kerja tidak menyebabkan penambahan sumber daya baik manusia maupun alat berat.
 - b) Percepatan menggunakan alternatif penambahan sumber daya membuat beberapa kebutuhan sumber daya manusia dan alat berat bertambah. Sumber daya yang mengalami kenaikan kebutuhannya adalah pekerja 382 orang, mandor 33 orang, tukang 276 orang, kepala tukang 24 orang, *bulldozer with ripper* 16 buah, *excavator 80-140 Hp* 21 buah, *excavator with hydrolic rock breaker* 43 buah, *dump truck* 48 buah, *vibratory roller 5-8 T with sheep foot* 6 buah, *wheel loader* 3 buah, *batching plant* 2 buah, *concrete vibrator* 8 buah, dan *concrete pump* 3 buah.
3. Berdasarkan durasi normal pelaksanaan konstruksi *main dam* dan *spillway* pada Bendungan Gondang hasil penjadwalan menggunakan program *Microsoft Project Manager 2016*, didapatkan lama waktu pelaksanaan proyek sebesar 1095 hari. Setelah dilakukan percepatan durasi menggunakan dua alternatif yaitu alternatif penambahan jam kerja dan penambahan sumber daya pada kegiatan yang berada dalam lintasan kritis didapatkan waktu pelaksanaan konstruksi *main dam* dan *spillway* pada Bendungan Gondang sebesar 810 hari.
 4. Dari hasil percepatan durasi jadwal pelaksanaan konstruksi *main dam* dan *spillway* pada Bendungan Gondang dengan menggunakan alternatif penambahan jam kerja dan alternatif penambahan sumber daya diketahui:
 - a. Alternatif penambahan jam kerja selama 4 jam per hari pada kegiatan kritis membutuhkan anggaran sebesar Rp. 363.139.970.000,00 (tiga ratus enam puluh tiga miliar seratus tiga puluh sembilan juta sembilan ratus tujuh puluh ribu rupiah) dengan durasi selama 810 hari.
 - b. Alternatif penambahan sumber daya pada kegiatan kritis membutuhkan anggaran sebesar Rp. 361.295.664.000,00 (tiga ratus enam puluh satu miliar dua ratus sembilan puluh lima juta enam ratus enam puluh empat ribu rupiah) dengan durasi 810 hari.

Dari kesimpulan diatas dipilih alternatif penambahan sumber daya dikarenakan membutuhkan waktu pelaksanaan selama 810 hari mengalami percepatan waktu selama 285 hari dengan efisiensi waktu 26,03% dari waktu normal dan membutuhkan anggaran sebesar Rp. 361.295.664.000,00 (tiga ratus enam puluh satu miliar dua ratus sembilan puluh lima juta enam ratus enam puluh empat ribu rupiah) mengalami penurunan

rencana anggaran biaya sebesar biaya sebesar Rp. 619.763.000,00 (enam ratus sembilan belas juta tujuh ratus enam puluh tiga ribu rupiah) dengan efisiensi biaya sebesar 0,17% dari anggaran waktu normal.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, maka beberapa saran berikut ini bisa dijadikan pertimbangan sebagai berikut:

1. Sebelum melakukan aktivitas penjadwalan/manajemen proyek, alangkah baiknya disiapkan dulu data-data yang berkaitan secara langsung dengan pelaksanaan proyek secara lengkap
2. Bagi peneliti sejenis diusahakan tidak hanya menggunakan alternatif penambahan jam kerja dan alternatif penambahan sumber daya, tetapi juga dapat menggunakan alternatif lain dalam melakukan percepatan jadwal pelaksanaan proyek yang sesuai dengan kondisi di lapangan/daerah studi.
3. Dalam menggunakan program *Microsoft Project Manager 2016* untuk penjadwalan suatu proyek harus dapat mendalami serta memahami proses pengolahan data manajemen konstruksi sehingga dapat mengetahui terbentuknya lintasan kritis yang nantinya dapat dijadikan acuan untuk melakukan percepatan durasi pekerjaan, perubahan setiap kegiatan kritis dapat dilakukan secara otomatis ataupun dengan cara manual.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. (2002). SNI-02-2052-2002 *Baja Tulangan Beton*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. (2014). SNI 2052:2014 *Baja Tulangan Beton*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Badri, Sofwan, (1991). *Dasar-Dasar Network Planning*, Jakarta: Rineka Cipta.
- Callahan, Michael T. Et.al (1992). *Construction Project Scheduling*, New York: McGrawHill.
- Direktorat Jendral Sumber Daya Air, (2004). *Pedoman Pelaksanaan Konstruksi Bendungan Urugan*, Jakarta: Kementerian pekerjaan Umum.
- Ervianto, Wulfram I. (2002). *Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta: Andi.
- Husen, Abrar. (2009). *Manajemen Proyek*. Yogyakarta: Andi offset.
- Kementerian Pekerjaan Umum, (2013). *Katalog Alat Berat Konstruksi 2013*, Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Kementerian Pekerjaan Umum, (2013). *Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum*, Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Kementerian Pekerjaan Umum, (2016). *Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum*, Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Kementerian Pekerjaan Umum, (2013). *Pedoman Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil*, Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Pramono, Djoko. (1997). *Microsoft Project 4.0*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Siswoyo, Dr. (1981). *Pokok-Pokok Project Management Pert & CPM*, Jakarta: Erlangga.
- Soeharto, Imam, (1999). *Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional) Jilid I*. Jakarta: Erlangga.
- Soeharto, Imam, (2001). *Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional) jilid II*. Jakarta: Erlangga.
- Surat Keputusan Menteri Tenaga Kerja. (1984). KEP 72/MEN/84 *Dasar Perhitungan Upah Lembur*. Jakarta: Surat Keputusan Menteri Tenaga Kerja.
- Widiasanti, Irika & Lenggogeni, (2013). *Manajemen Konstruksi*, Bandung: remaja Rosdakarya Offset.
- Wilopo, Djoko (2009). *Metode Konstruksi dan Alat-Alat Berat*, Jakarta: Universitas Indonesia (UI-Press).

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

Lampiran 1.

Daftar Harga Upah, Bahan, dan Sewa Alat

(Halaman ini sengaja dikosongkan).

Tabel Daftar Harga Upah Pembangunan Bendungan Gondang Tahun Anggaran 2014-2018
(Multi Years)

NO	KODE	URAIAN	SATUAN	UPAH DASAR (Rp./HARI)	UPAH PER JAM (Rp./JAM)	PEMBULATAN (Rp./JAM)
1	1,1	Kepala Tukang Kayu/Cat/Listrik	Jam	61.500	8.785,71	8.790,00
2	1,2	Kepala Tukang Batu/Besi/Pipa/Beton	Jam	61.500	8.785,71	8.790,00
3	1,3	Mandor	Jam	58.500	8.357,14	8.360,00
4	1,4	Mekanik	Jam	61.500	8.785,71	8.790,00
5	1,5	Operator	Jam	61.500	8.785,71	8.790,00
6	1,6	Pekerja	Jam	43.000	6.142,86	6.140,00
7	1,7	Pembantu Mekanik	Jam	55.500	7.928,57	7.930,00
8	1,8	Pembantu Operator	Jam	48.500	6.928,57	6.930,00
9	1,9	Pembantu Supir	Jam	43.000	6.142,86	6.140,00
10	1,10	Pembantu Tukang Kayu/Cat/Listrik	Jam	43.000	6.142,86	6.140,00
11	1,11	Pembantu Tukang Batu/Besi/Pipa	Jam	43.000	6.142,86	6.140,00
12	1,12	Penyelam	Jam	108.000	15.428,57	15.430,00
13	1,13	Bor Master / Keahlian Khusus	Jam	149.800	21.400,00	21.400,00
14	1,14	Asisten Bor Master / Keahlian Khusus	Jam	107.000	15.285,71	15.290,00
15	1,15	Supir	Jam	60.000	8.571,43	8.570,00
16	1,16	Tukang Kayu/Cat/Listrik/Las	Jam	61.500	8.785,71	8.790,00
17	1,17	Tukang Batu/Besi/Pipa/Beton	Jam	55.500	7.928,57	7.930,00

Sumber: PT. Gracia Widyakarsa Konsultan Teknik dan Supervisi.

Tabel Daftar Harga Bahan Kabupaten Karanganyar Tahun 2014

No.	Jenis Upah/Bahan/Alat	Satuan	Harga (Rp)
1	Aspal Curah	Kg	13.000,00
2	Bambu	Btg	8.025,00
3	Batu Bata	Buah	500,00
4	Batukali / Batu Belah (Sungai / Gunung)	M ³	165.000,00
5	Batu pecah 5 - 7 cm	M ³	175.000,00
		kg	236,25
6	Batu pecah 2 - 3 cm	M ³	175.000,00
		kg	236,25
7	Bearing Pad	Buah	2.500.000,00
8	Bensin	Liter	8.950,00
9	Besi beton ulir/strip	Kg	14.000,00
10	Besi beton polos	Kg	14.000,00
11	Baja profil	Kg	15.000,00
12	Besi Plat	Kg	15.000,00
13	Additive Beton	Ltr	524.600,32
14	Cat Menie Besi	Kg	23.406,00
15	Filter	Bh	82.886,85
16	Geotextile	M ²	19.410,21
17	Ijuk	Kg	23.082,41
18	Kaca Polos Uk. 5 mm	M ²	60.188,00
19	Gudang/Bengkel/Kantor Semi Permanen(Type D)	M ²	1.500.000,00
20	Gedung Permanen (Type C)	M ²	2.000.000,00
21	Gedung Permanen/Rumah Dinas (Type B)	M ²	2.250.000,00
22	Kawat beton	Kg	17.000,00
23	Kawat Bronjong dia. 5 mm	Kg	17.000,00
24	Koral Beton	M ³	180.000,00
25	Kayu Klas III (Borneo)	M ³	6.100.000,00
26	Kayu Klas IV (Sengon) untuk Papan Begesting	M ³	2.100.000,00
27	Kunci Pintu	Buah	65.000,00
28	Lempengan Rumput	M ²	7.344,40
29	Minyak cat	Kg	12.000,00
30	Minyak Tanah	Ltr	11.000,00
31	Nako (Kerangka + Daun)	M ²	195.000,00

Lanjutan Tabel Daftar Harga Bahan Kabupaten Karanganyar Tahun 2014

No.	Jenis Upah/Bahan/Alat	Satuan	Harga (Rp)
32	Paku Kayu	Kg	15.000,00
33	Pasir beton/Filter	M ³	145.000,00
	Pasir beton/Filter	kg	195,75
34	Pasir Pasang	M ³	127.000,00
	Pasir Pasang	kg	171,45
35	Pasir urugan	M ³	80.000,00
36	Paving blok	M ²	45.000,00
37	Pelumas / Oli	Ltr	40.000,00
38	Pipa Galvanis f 3" tebal 3.2 mm	Batang	505.000,00
39	Pipa Galvanis f 6" tebal 3.2 mm	Batang	3.130.579,70
40	Pipa Galvanis f 8" tebal 3.2 mm	Batang	6.261.159,40
41	Pipa PVC dia. 100 mm	Batang	170.000,00
42	Pipa PVC dia. 150 mm	Batang	423.000,00
43	Pipa PVC dia. 200 mm	Batang	660.000,00
44	Pipa PVC dia. 400 mm	Batang	1.200.000,00
45	Rumah dinas Type B	M ²	2.500.000,00
46	Semen Portland (@ 50 Kg)	Zak	70.000,00
47	Seng Plat BJLS 30 (0,8 x 3 m)	Lbr	79.200,00
48	Solar (Industri)	Liter	11.818,18
49	Tanah Timbun	M ³	50.000,00
50	Tanah Liat	M ³	50.000,00
51	Water Stop b = 320 mm	M'	39.712,24
52	Rubber Joint Filler (t=1 cm)	M'	122.200,00
53	Drill Bit	pcs	927.808,13
54	Dynamite	kg	26.565,76
55	Welding Electroda	kg	85.000,00
56	detonator dan perlengkapannya	set	6.693,90
57	Pipa PVC dia. 75 mm (untuk collector drain)	Batang	130.000,00
58	Cat Minyak	kg	54.000,00
59	Gorong gorong Dia. 100 cm	m	130.000,00
60	Wiremesh (2.1 x 54) m	m	38.820,42
61	Agregat klas A	M ³	165.000,00
62	Agregat klas B	M ³	155.000,00
63	Agregat klas C	M ³	120.000,00

Lanjutan Tabel Daftar Harga Bahan Kabupaten Karanganyar Tahun 2014

No.	Jenis Upah/Bahan/Alat	Satuan	Harga (Rp)
65	Additive Beton	Liter	524.600,32
66	Multipleks 12 mm	lembar	145.000,00
67	Kayu dolken 8~10 cm panjang 4 meter	batang	75.000,00
68	Tiang PJU Mercury tinggi 9 meter GIV 3,2 mm	batang	4.000.000,00

Sumber: PT. Gracia Widyakarsa Konsultan Teknik dan Supervisi.

Tabel Daftar Harga Sewa Alat Pembangunan Bendungan Gondang Tahun 2014

No. Urut	Kode	Jenis Peralatan	Satuan	Harga Sat. (Rp)
1	2	3	4	5
1	E01	Asphalt Mixing Plant	Jam	1.312.035,86
2	E02	Asphalt Finisher	Jam	177.388,72
3	E03	Asphalt Sprayer	Jam	69.981,03
4	E04	Bulldozer 100-150 Hp With Ripper	Jam	480.260,55
5	E05	Compressor 4000-6500 L/M	Jam	182.868,08
6	E06	Concrete Mixer 0.3-0.6 M3	Jam	52.635,42
7	E07	Crane 10-15 Ton	Jam	462.623,22
8	E08	Dump Truck 3-4 M3	Jam	244.775,35
9	E09	Dump Truck 12 M3	Jam	315.633,95
10	E10	Excavator 80-140 Hp	Jam	430.799,52
11	E11	Excavator w/ Hydraulic Rock Breaker	Jam	480.235,02
12	E12	Flat Bed Truck 3-4 M3	Jam	236.074,70
13	E13	Generator Set (10 KVA)	Jam	46.826,49
14	E14	Generator Set (100 KVA)	Jam	307.010,67
15	E15	Motor Grader >100 Hp	Jam	380.888,81
16	E16	Track Loader 75-100 Hp	Jam	308.006,23
17	E17	Wheel Loader 1.0-1.6 M3	Jam	354.219,17
18	E18	Three Wheel Roller 6-8 T	Jam	171.173,89
19	E19	Tandem Roller 6-8 T.	Jam	182.016,53
20	E20	Tire Roller 8-10 T.	Jam	213.187,68
21	E21	Vibratory Roller 5-8 T w/ Sheep foot	Jam	263.098,39
22	E22	Concrete Vibrator	Jam	43.832,81
23	E23	Stone Crusher	Jam	572.685,21
24	E24	Water Pump 70-100 Mm	Jam	36.771,87
25	E25	Water Tanker 3000-4500 L w/ pipe sprayer	Jam	232.159,41

Lanjutan Tabel Daftar Harga Sewa Alat Pembangunan Bendungan Gondang Tahun 2014

No. Urut	Kode	Jenis Peralatan	Satuan	Harga Sat. (Rp)
26	E26	Pedestrian Roller	Jam	55.402,67
27	E27	Tamper	Jam	37.997,63
28	E28	Jack Hammer	Jam	34.243,08
29	E29	Fulvi Mixer	Jam	188.055,30
30	E30	Concrete Pump	Jam	235.550,84
31	E31	Trailer 20 Ton	Jam	412.262,15
32	E32	Pile Driver + Hammer	Jam	86.796,12
33	E33	Crane On Track 35 Ton	Jam	432.785,70
34	E34	Welding Set	Jam	95.378,75
35	E35	Bore Pile Machine	Jam	707.725,78
36	E36	Asphalt Liquid Mixer	Jam	28.754,83
37	E37	Trailler 15 Ton	Jam	351.887,70
38	E38	Cold Milling	Jam	389.787,20
39	E39	Asphalt Cutter	Jam	38.094,73
40	E40	Concrete Mixing Plant Cap. 40 m3/jam	Jam	964.842,76
41	E41	Truck Mixers / Agitator	Jam	296.055,60
42	E42	Concrete Paver Finisher	Jam	571.183,58
43	E43	Crane 45 Ton	Jam	346.874,03
44	E44	Crane 120 Ton	Jam	557.379,93
45	E45	Concrete Cutter Machine	Jam	397.462,74
46	E46	Grouting Injection Pump with accesories	Jam	159.019,14
47	E47	Grouting Injection Pump Compressors	Jam	119.470,74

Sumber: PT. Gracia Widyakarsa Konsultan Teknik dan Supervisi.

Tabel Daftar Harga Upah Setelah Dilakukan Alternatif Lembur

No	Tenaga Kerja	Upah Dasar		Upah Lembur			
		(Rp./Hari)	(Rp./Jam)	Jam I	Jam II - IV	Jumlah	(Rp./Jam)
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Kepala Tukang Kayu/Cat/Listrik	61.500,00	8.790,00	13.185,00	17.580,00	65.925,00	11.353,75
2	Kepala Tukang Batu/Besi/Pipa/Beton	61.500,00	8.790,00	13.185,00	17.580,00	65.925,00	11.353,75
3	Mandor	58.500,00	8.360,00	12.540,00	16.720,00	62.700,00	10.798,33
4	Mekanik	61.500,00	8.790,00	13.185,00	17.580,00	65.925,00	11.353,75
5	Operator	61.500,00	8.790,00	13.185,00	17.580,00	65.925,00	11.353,75
6	Pekerja	43.000,00	6.140,00	9.210,00	12.280,00	46.050,00	7.930,83
7	Pembantu Mekanik	55.500,00	7.930,00	11.895,00	15.860,00	59.475,00	10.242,92
8	Pembantu Operator	48.500,00	6.930,00	10.395,00	13.860,00	51.975,00	8.951,25
9	Pembantu Supir	43.000,00	6.140,00	9.210,00	12.280,00	46.050,00	7.930,83
10	Pembantu Tukang Kayu/Cat/Listrik	43.000,00	6.140,00	9.210,00	12.280,00	46.050,00	7.930,83
11	Pembantu Tukang Batu/Besi/Pipa	43.000,00	6.140,00	9.210,00	12.280,00	46.050,00	7.930,83
12	Penyelam	108.000,00	15.430,00	23.145,00	30.860,00	115.725,00	19.930,42
13	Bor Master / Keahlian Khusus	149.800,00	21.400,00	32.100,00	42.800,00	160.500,00	27.641,67
14	Asisten Bor Master / Keahlian Khusus	107.000,00	15.290,00	22.935,00	30.580,00	114.675,00	19.749,58
15	Supir	60.000,00	8.570,00	12.855,00	17.140,00	64.275,00	11.069,58
16	Tukang Kayu/Cat/Listrik/Las	61.500,00	8.790,00	13.185,00	17.580,00	65.925,00	11.353,75
17	Tukang Batu/Besi/Pipa/Beton	55.500,00	7.930,00	11.895,00	15.860,00	59.475,00	10.242,92

Sumber: Hasil Perhitungan (2018).

(Halaman ini sengaja dikosongkan).

Lampiran 2.

Gambar Spesifikasi Teknis *Main Dam* dan *Spillway*

(Halaman ini sengaja dikosongkan).

Lampiran 3.

Analisa Harga Satuan Pekerjaan

(Halaman ini sengaja dikosongkan).

1. Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Sebelum Dilakukan Alternatif

1. Jenis Pekerjaan : Mobilisasi dan Demobilisasi Sebelum Optimasi Satuan : LS

NO	URAIAN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH Rp.
A	MOBILISASI ALAT				
1	Excavator	bh	20,0	3.500.000,00	70.000.000,00
2	Excavator with rock breaker	bh	58,0	3.500.000,00	203.000.000,00
3	Wheel Loader	bh	5,0	3.500.000,00	17.500.000,00
4	Dump Truck	bh	63,0	1.250.000,00	78.750.000,00
5	Bulldozer	bh	6,0	3.500.000,00	21.000.000,00
6	Motor Grader	bh	1,0	4.000.000,00	4.000.000,00
7	Vibrator Roller	bh	6,0	3.500.000,00	21.000.000,00
8	Water Tanker	bh	4,0	1.250.000,00	5.000.000,00
9	Concrete Mixer	bh	1,0	500.000,00	500.000,00
10	Concrete Vibrator	bh	6,0	500.000,00	3.000.000,00
11	Concrete Pump	bh	3,0	1.250.000,00	3.750.000,00
12	Grouting Machine	set	4,0	3.500.000,00	14.000.000,00
13	Crawler Crane cap. 20 ton	set	1,0	3.500.000,00	3.500.000,00
14	Batching Plant	set	3,0	15.000.000,00	45.000.000,00
15	Drilling Pump	bh	2,0	3.000.000,00	6.000.000,00
16	Grouting Pump	bh	2,0	3.000.000,00	6.000.000,00
	Jumlah A				502.000.000,00
B	DEMOBILISASI ALAT				
1	Excavator	bh	20,0	3.500.000,00	70.000.000,00
2	Excavator with rock breaker	bh	58,0	3.500.000,00	203.000.000,00
3	Wheel Loader	bh	5,0	3.500.000,00	17.500.000,00
4	Dump Truck	bh	63,0	1.250.000,00	78.750.000,00
5	Bulldozer	bh	6,0	3.500.000,00	21.000.000,00
6	Motor Grader	bh	1,0	4.000.000,00	4.000.000,00
7	Vibrator Roller	bh	6,0	3.500.000,00	21.000.000,00
8	Water Tanker	bh	4,0	1.250.000,00	5.000.000,00
9	Concrete Mixer	bh	1,0	500.000,00	500.000,00
10	Concrete Vibrator	bh	6,0	500.000,00	3.000.000,00
11	Concrete Pump	bh	3,0	1.250.000,00	3.750.000,00
12	Grouting Machine	set	4,0	3.500.000,00	14.000.000,00
13	Crawler Crane cap. 20 ton	set	1,0	3.500.000,00	3.500.000,00
14	Batching Plant	set	3,0	15.000.000,00	45.000.000,00
15	Drilling Pump	bh	2,0	3.000.000,00	6.000.000,00
16	Grouting Pump	bh	2,0	3.000.000,00	6.000.000,00
	Jumlah B				502.000.000,00
	Jumlah Total				1.004.000.000,00
	Biaya umum dan keuntungan	10 %			100.400.000,00
	Jumlah harga				1.104.400.000,00
	Jumlah dibulatkan				1.104.400.000,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

2. Jenis Pekerjaan : Mobilisasi dan Demobilisasi Setelah Optimasi
Satuan : LS

NO	URAIAN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH Rp.
A	MOBILISASI ALAT				
1	Excavator	bh	15,0	3.500.000,00	52.500.000,00
2	Excavator with rock breaker	bh	29,0	3.500.000,00	101.500.000,00
3	Wheel Loader	bh	2,0	3.500.000,00	7.000.000,00
4	Dump Truck	bh	31,0	1.250.000,00	38.750.000,00
5	Bulldozer	bh	6,0	3.500.000,00	21.000.000,00
6	Motor Grader	bh	1,0	4.000.000,00	4.000.000,00
7	Vibrator Roller	bh	4,0	3.500.000,00	14.000.000,00
8	Water Tanker	bh	3,0	1.250.000,00	3.750.000,00
9	Concrete Mixer	bh	1,0	500.000,00	500.000,00
10	Concrete Vibrator	bh	6,0	500.000,00	3.000.000,00
11	Concrete Pump	bh	2,0	1.250.000,00	2.500.000,00
12	Grouting Machine	set	4,0	3.500.000,00	14.000.000,00
13	Crawler Crane cap. 20 ton	set	1,0	3.500.000,00	3.500.000,00
14	Batching Plant	set	1,0	15.000.000,00	15.000.000,00
15	Drilling Pump	bh	2,0	3.000.000,00	6.000.000,00
16	Grouting Pump	bh	2,0	3.000.000,00	6.000.000,00
	Jumlah A				293.000.000,00
B	DEMOBILISASI ALAT				
1	Excavator	bh	15,0	3.500.000,00	52.500.000,00
2	Excavator with rock breaker	bh	29,0	3.500.000,00	101.500.000,00
3	Wheel Loader	bh	2,0	3.500.000,00	7.000.000,00
4	Dump Truck	bh	31,0	1.250.000,00	38.750.000,00
5	Bulldozer	bh	6,0	3.500.000,00	21.000.000,00
6	Motor Grader	bh	1,0	4.000.000,00	4.000.000,00
7	Vibrator Roller	bh	4,0	3.500.000,00	14.000.000,00
8	Water Tanker	bh	3,0	1.250.000,00	3.750.000,00
9	Concrete Mixer	bh	1,0	500.000,00	500.000,00
10	Concrete Vibrator	bh	6,0	500.000,00	3.000.000,00
11	Concrete Pump	bh	2,0	1.250.000,00	2.500.000,00
12	Grouting Machine	set	4,0	3.500.000,00	14.000.000,00
13	Crawler Crane cap. 20 ton	set	1,0	3.500.000,00	3.500.000,00
14	Batching Plant	set	1,0	15.000.000,00	15.000.000,00
15	Drilling Pump	bh	2,0	3.000.000,00	6.000.000,00
16	Grouting Pump	bh	2,0	3.000.000,00	6.000.000,00
	Jumlah B				293.000.000,00
	Jumlah Total				586.000.000,00
	Biaya umum dan keuntungan	10 %			58.600.000,00
	Jumlah harga				644.600.000,00
	Jumlah dibulatkan				644.600.000,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

3. Jenis Pekerjaan : Penyediaan Air Bersih
Satuan : LS

NO.	KOMPONEN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>				
1.	Pekerja	jam	48,00	6.140,00	294.720,00
2.	Mandor	jam	4,80	8.360,00	40.128,00
JUMLAH HARGA TENAGA					334.848,00
B.	<u>BAHAN</u>				
1	Tawas & Kaporit	Kg	10,00	25.000,00	250.000,00
JUMLAH HARGA BAHAN					250.000,00
C.	<u>PERALATAN</u>				
1.	Jet pump	jam	240,00	1.736,11	416.666,67
2.	Tower tank 5000 l	jam	240,00	868,06	208.333,33
3.	Instalasi	jam	240,00	1.302,08	312.500,00
4.	Alat Penjernih	jam	240,00	694,44	166.666,67
JUMLAH HARGA PERALATAN					1.104.166,67
Total Biaya per bulan					1.689.014,67
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A+B+C) x 36,5 bulan (1095 hari)				61.649.035,33
E.	OVERHEAD & PROFIT 10,0 % x D				6.164.903,53
F.	JUMLAH HARGA				67.813.938,87
G.	JUMLAH DIBULATKAN				67.813.939,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

4. Jenis Pekerjaan : Penyediaan Sarana Listrik
Satuan : LS

NO.	KOMPONEN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>				
1.	Operator	hari	30,00	61.500,00	1.845.000,00
2.	Mandor	hari	3,00	66.880,00	200.640,00
JUMLAH HARGA TENAGA					2.045.640,00
B.	<u>BAHAN</u>				
1.	Bahan Bakar Solar	Ltr	300,00	11.818,18	3.545.454,55
2.	Pelumas	Ltr	0,333	40.000,00	13.333,33
JUMLAH HARGA BAHAN					3.558.787,88
C.	<u>PERALATAN</u>				
1.	Generating Set 10 KVA (sewa)	bulan	1,00	7.500.000,00	7.500.000,00
2.	Instalasi & perawatan	bulan	1,00	200.000,00	200.000,00
JUMLAH HARGA PERALATAN					7.700.000,00
Total Biaya Perbulan					13.304.427,88
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A+B+C) x 36,5 bulan (1095 hari)				485.611.617,58
E.	OVERHEAD & PROFIT 10,0 % x D				48.561.161,76
F.	JUMLAH HARGA				534.172.779,33
G.	JUMLAH DIBULATKAN				534.172.779,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

5. Jenis Pekerjaan : Penyediaan Sarana Telekomunikasi
Satuan : LS

NO.	KOMPONEN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>				
	Pekerja	hari	30,00	43.000,00	1.290.000,00
	JUMLAH HARGA TENAGA				1.290.000,00
B.	<u>BAHAN</u>				
1.	Biaya Telepon/ internet	bulan	1,00	500.000,00	500.000,00
2.	Handy Talky 10 Unit	bulan	10,00	100.000,00	1.000.000,00
	JUMLAH HARGA BAHAN				1.500.000,00
C.	<u>PERALATAN</u>				
1.	Battery HT	buah	40,00	5.000,00	200.000,00
	JUMLAH HARGA PERALATAN				200.000,00
	Total Biaya per bulan				2.990.000,00
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A+B+C) x 36,5 bulan (1095 hari)				109.135.000,00
E.	OVERHEAD & PROFIT 10,0 % x D				10.913.500,00
F.	JUMLAH HARGA				120.048.500,00
G.	JUMLAH DIBULATKAN				120.048.500,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

6. Jenis Pekerjaan : Quality Control
Satuan : LS

NO.	KOMPONEN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>				
1.	Lab Technician	org-bln	1,00	4.494.000,00	4.494.000,00
2.	Pembantu Lab	org-bln	1,00	2.109.600,00	2.109.600,00
3.	Mandor	org-bln	0,10	2.006.400,00	200.640,00
	JUMLAH HARGA TENAGA				6.804.240,00
B.	<u>UJI</u>				
1.	Sampling dan uji kubus	buah	571	4.210,28	2.404.069,88
2.	Sand cone	uji	100	8.000,00	800.000,00
3.	Mix Desain	test	0,03	1.000.000,00	27.777,78
4.	Trial embankment	uji	1	2.000.000,00	2.000.000,00
5.	Test Mekanikal	LS	1,00	1.000.000,00	1.000.000,00
	JUMLAH HARGA BAHAN				6.231.847,66
C.	<u>PERALATAN</u>				
1.	alat bantu	LS	1,00	200.000,00	200.000,00
2.	Reporting	LS	1,00	50.000,00	50.000,00
	JUMLAH HARGA PERALATAN				250.000,00
	Total biaya per bulan				13.286.087,66
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A+B+C) x 36,5 bulan (1095 hari)				484.942.199,51
E.	OVERHEAD & PROFIT 10,0 % x D				48.494.219,95
F.	JUMLAH HARGA				533.436.419,46
G.	JUMLAH DIBULATKAN				533.436.419,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

7. Jenis Pekerjaan : Dokumentasi Foto dan Film Kemajuan Proyek
Satuan : LS

NO.	KOMPONEN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>				
1.	Juru Foto/ Handycam	org-bln	1,00	3.210.000,00	3.210.000,00
JUMLAH HARGA TENAGA					3.210.000,00
B.	<u>BAHAN</u>				
1.	CD - RW Handy Cam	buah	2	10.000,00	20.000,00
2.	Kertas Foto	lbr	20	5.000,00	100.000,00
3.	Album	bh	2	75.000,00	150.000,00
JUMLAH HARGA BAHAN					270.000,00
C.	<u>PERALATAN</u>				
1.	Handy cam	bln	1,00	104.166,67	104.166,67
2.	Camera SLR	bln	1,00	208.333,33	208.333,33
3.	Editing	LS	1,00	1.000.000,00	1.000.000,00
JUMLAH HARGA PERALATAN					1.312.500,00
Total biaya per bulan					4.792.500,00
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A+B+C) x 36,5 bulan (1095 hari)				174.926.250,00
E.	OVERHEAD & PROFIT 10,0 % x D				17.492.625,00
F.	JUMLAH HARGA				192.418.875,00
G.	JUMLAH DIBULATKAN				192.418.875,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

8. Jenis Pekerjaan : Pembuatan Laporan Pelaksanaan Pekerjaan
Satuan : LS

NO.	KOMPONEN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>				
1.	Juru Administrasi	org-bln	1,00	2.109.600,00	2.109.600,00
2.	Operator Computer	org-bln	1,00	2.109.600,00	2.109.600,00
JUMLAH HARGA TENAGA					4.219.200,00
B.	<u>BAHAN</u>				
1.	Tinta Printer color	set	1,00	200.000,00	200.000,00
2.	Kertas A3	rim	1,00	150.000,00	150.000,00
3.	Kertas A4	rim	1,00	90.000,00	90.000,00
JUMLAH HARGA BAHAN					440.000,00
C.	<u>PERALATAN</u>				
1.	Computer PC/ Laptop	set bln	2,00	333.333,33	666.666,67
2.	Printer A3	bln	1,00	104.166,67	104.166,67
3.	Printer A4	bln	1,00	41.666,67	41.666,67
5.	ATK lainnya	LS	1,00	25.000,00	25.000,00
JUMLAH HARGA PERALATAN					837.500,00
Total biaya per bulan					5.496.700,00
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A+B+C) x 36,5 bulan (1095 hari)				200.629.550,00
E.	OVERHEAD & PROFIT 10,0 % x D				20.062.955,00
F.	JUMLAH HARGA				220.692.505,00
G.	JUMLAH DIBULATKAN				220.692.505,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

9. Jenis Pekerjaan : Survey Pengukuran Gambar Kerja dan Purna Laksana
Satuan : LS

NO.	KOMPONEN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>				
1.	Juru Ukur	org-bln	2,00	2.109.600,00	4.219.200,00
2.	Juru Gambar CAD	org-bln	2,00	2.109.600,00	4.219.200,00
3.	Pembantu ukur	org-bln	4,00	1.474.285,71	5.897.142,86
JUMLAH HARGA TENAGA					14.335.542,86
B.	<u>BAHAN</u>				
1.	Tinta Printer color	LS	1,00	50.000,00	50.000,00
2.	Kertas A3	rim	1,00	90.000,00	90.000,00
3.	alat bantu	bh	1,00	10.000,00	10.000,00
JUMLAH HARGA BAHAN					150.000,00
C.	<u>PERALATAN</u>				
1.	Computer PC/ Laptop	bln	2,00	166.666,67	333.333,33
2.	Printer A3	bln	1,00	83.333,33	83.333,33
3.	Penggandaan ABD (copy) A1	LS	1,00	208.333,33	208.333,33
4.	Penggandaan ABD (copy) A3	lbr	200,00	200,00	40.000,00
5.	Alat ukur (TS/WP)	set-bln	2,00	300.000,00	600.000,00
JUMLAH HARGA PERALATAN					1.265.000,00
Total biaya per bulan					15.750.542,86
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A+B+C) x 36,5 bulan (1095 hari)				574.894.814,29
E.	OVERHEAD & PROFIT 10,0 % x D				57.489.481,43
F.	JUMLAH HARGA				632.384.295,71
G.	JUMLAH DIBULATKAN				632.384.296,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

10. Jenis Pekerjaan : Pengamanan dan Pelaksanaan K3
Satuan : LS

NO.	KOMPONEN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>				
1.	Koordinator K3	org-bln	1,00	3.210.000,00	3.210.000,00
2.	Satpam (2)	org-bln	4,00	3.210.000,00	12.840.000,00
JUMLAH HARGA TENAGA					16.050.000,00
B.	<u>BAHAN</u>				
1.	Alat APD	set-bln	50,00	6.250,00	312.500,00
2.	Rambu-rambu K3	LS	1,00	50.000,00	50.000,00
3.	Perlengkapan security & meal	LS	1,00	100.000,00	100.000,00
JUMLAH HARGA BAHAN					462.500,00
C.	<u>PERALATAN</u>				
1.	P3K dan klinik darurat	set-bln	1,00	208.333,33	208.333,33
JUMLAH HARGA PERALATAN					208.333,33
Total biaya per bulan					16.720.833,33
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A+B+C) x 36,5 bulan (1095 hari)				610.310.416,67
E.	OVERHEAD & PROFIT 10,0 % x D				61.031.041,67
F.	JUMLAH HARGA				671.341.458,33
G.	JUMLAH DIBULATKAN				671.341.458,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

11. Jenis Pekerjaan : Pencegahan HIV AIDS

Satuan : LS

NO.	KOMPONEN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>				
1.	Tenaga Paramedis (tenaga khusus)	org-bln	1,00	3.210.000,00	3.210.000,00
2.	Pembantu Paramedis (pekerja)	org-bln	4,00	1.290.000,00	5.160.000,00
JUMLAH HARGA TENAGA					8.370.000,00
B.	<u>BAHAN</u>				
1.	Sarana kesehatan genital	set-bln	50,00	20.000,00	1.000.000,00
2.	Poster spanduk	LS	1,00	1.000.000,00	1.000.000,00
3.	Leaflet	LS	1,00	100.000,00	100.000,00
JUMLAH HARGA BAHAN					2.100.000,00
C.	<u>PERALATAN</u>				
1.	Pencegahan dini	set-bln	1,00	500.000,00	500.000,00
JUMLAH HARGA PERALATAN					500.000,00
Total biaya per bulan					10.970.000,00
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A+B+C) x 36,5 bulan (1095 hari)				400.405.000,00
E.	OVERHEAD & PROFIT 10,0 % x D				40.040.500,00
F.	JUMLAH HARGA				440.445.500,00
G.	JUMLAH DIBULATKAN				440.445.500,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

12. Jenis Pekerjaan : Monitoring Lingkungan

Satuan : LS

NO.	KOMPONEN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>				
1.	Tenaga Surveyor (keahlian khusus)	org-bln	1,00	3.210.000,00	3.210.000,00
2.	Pembantu Surveyor (Pekerja)	org-bln	1,00	1.290.000,00	1.290.000,00
JUMLAH HARGA TENAGA					4.500.000,00
B.	<u>BAHAN</u>				
1.	Uji Biologi Kimia Fisika	set-bln	2,00	500.000,00	1.000.000,00
2.	Uji kualitas Air Udara Tanah	set-bln	2,00	200.000,00	400.000,00
3.	Uji kualitas Sedimen	set-bln	2,00	300.000,00	600.000,00
4.	Pembuatan Laporan	set-bln	5,00	25.000,00	125.000,00
JUMLAH HARGA BAHAN					2.125.000,00
C.	<u>PERALATAN</u>				
1.	Alat pengambil sample lingkungan	set-bln	1,00	200.000,00	200.000,00
JUMLAH HARGA PERALATAN					200.000,00
Total biaya per bulan					6.825.000,00
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A+B+C) x 36,5 bulan (1095 hari)				249.112.500,00
E.	OVERHEAD & PROFIT 10,0 % x D				24.911.250,00
F.	JUMLAH HARGA				274.023.750,00
G.	JUMLAH DIBULATKAN				274.023.750,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

13. Jenis Pekerjaan : Dewatering Pelaksanaan Bendungan
Satuan : LS

NO.	KOMPONEN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	TENAGA				
1.	Pekerja	bulan	1,00	1.473.600,00	1.473.600,00
2.	Mandor	bulan	0,10	2.006.400,00	200.640,00
JUMLAH HARGA TENAGA					1.674.240,00
B.	BAHAN				
JUMLAH HARGA BAHAN					
C.	PERALATAN				
1.	Water pump 2 buah	jam	240,00	36.771,87	17.650.495,34
3.	Pipa & selang	taksir	1,00	5.000,00	5.000,00
4'	Alat Bantu	LS	1,00	2.000,00	2.000,00
JUMLAH HARGA PERALATAN					17.657.495,34
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C) x 12 bulan				231.980.824,10
E.	OVERHEAD & PROFIT 10,0 % x D				23.198.082,41
F.	JUMLAH HARGA				255.178.906,51
G.	JUMLAH DIBULATKAN				255.178.907,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

14. Jenis Pekerjaan : Pembersihan Area Kerja
Satuan : m²

NO	URAIAN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH Rp.
A	TENAGA				
1	Pekerja	Jam	0,1008	6.140,00	618,91
2	Mandor	Jam	0,0168	8.360,00	140,45
JUMLAH HARGA TENAGA					759,36
B	BAHAN				
1	Alat bantu (Chainsaw, Parang / kapak)	ls	1,000	500,00	500,00
JUMLAH HARGA BAHAN					500,00
C	PERALATAN				
1	Bulldozer with ripper	jam	0,0016	480.260,55	753,42
2	Wheel loader	jam	0,0026	354.219,17	916,77
3	Dump truck	jam	0,0106	315.633,95	3.334,11
JUMLAH HARGA PERALATAN					5.004,30
Jumlah					6.263,66
Biaya umum dan keuntungan 10 %					626,37
Jumlah					6.890,02
Jumlah dibulatkan					6.890,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

15. Jenis Pekerjaan : Pengupasan
Satuan : m²

NO	URAIAN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH Rp.
A	TENAGA				
1	Pekerja	Jam	0,1008	6.140,00	618,91
1	Mandor	Jam	0,0168	8.360,00	140,45
JUMLAH HARGA TENAGA					759,36
B	BAHAN				
1	Alat bantu	ls	1,0000	25.000,00	25.000,00
JUMLAH HARGA BAHAN					25.000,00
C	PERALATAN				
1	Bulldozer with ripper	Jam	28,354	480.260,55	13.617.383,09
2	Wheel loader	Jam	82,999	354.219,17	29.399.716,54
3	Dump truck	Jam	105,632	315.633,95	33.341.098,24
JUMLAH HARGA PERALATAN					76.358.197,86
Jumlah					76.383.957,22
Harga pekerjaan per Ha					76.383.957,22
Harga satuan pekerjaan per m2					7.638,40
Biaya umum dan keuntungan 10 %					763,84
Jumlah					8.402,24
Jumlah dibulatkan					8.402,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

16. Jenis Pekerjaan : Galian Tanah Mekanis

Satuan : m³

NO	URAIAN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH Rp.
A	TENAGA				
1	Pekerja	Jam	0,3090	6.140,00	1.897,26
2	Mandor	Jam	0,0309	8.360,00	258,32
B	BAHAN				
1	Alat bantu	set	0,0250	10.000,00	250,00
C	PERALATAN				
1	Excavator	Jam	0,0132	430.799,52	5.684,38
2	Dump truck	Jam	0,0396	315.633,95	12.509,83
Jumlah					20.599,80
Biaya umum dan keuntungan 10 %					2.059,98
Jumlah					22.659,78
Jumlah dibulatkan					22.660,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

17. Jenis Pekerjaan : Galian Batu Mekanis

Satuan : m³

NO	URAIAN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH Rp.
A	TENAGA				
1	Pekerja	Jam	0,1750	6.140,00	1.074,50
2	Mandor	Jam	0,0175	8.360,00	146,30
B	BAHAN				
1	Alat bantu	set	0,0300	10.000,00	300,00
C	PERALATAN				
1	Excavator w/ Hydraulic Rock Breaker	Jam	0,0552	480.235,0204	26.487,32
2	Excavator 80-140 Hp	Jam	0,0132	430.799,5207	5.684,38
3	Dump Truck 12 M3	Jam	0,0775	315.633,9504	24.477,29
Jumlah					58.169,79
Biaya umum dan keuntungan 10 %					5.816,98
Jumlah					63.986,77
Jumlah dibulatkan					63.987,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

18. Jenis Pekerjaan : Timbunan Material Kedap Air (Inti)

Satuan : m³

NO	URAIAN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH Rp.
A	TENAGA				
1	Pekerja	Jam	0,1575	6.140,00	967,05
2	Mandor	Jam	0,0263	8.360,00	219,87
B	BAHAN				
1	Urugan pilihan	m ³	1,2000		-
C	PERALATAN				
1	Bulldozer	Jam	0,0073	480.260,55	3.482,48
2	Vibrator roller (sheep foot)	Jam	0,0096	263.098,39	2.515,76
3	Water Tanker	Jam	0,0029	232.159,41	669,91
4	Excavator 80-140 Hp	Jam	0,0144	430.799,5207	6.201,14
5	Dump truck	Jam	0,0407	315.633,95	12.851,96
Jumlah					26.908,16
Biaya umum dan keuntungan 10 %					2.690,82
Jumlah					29.598,98
Jumlah dibulatkan					29.599,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

19. Jenis Pekerjaan : Timbunan Material Random

Satuan : m³

NO	URAIAN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH Rp.
A	TENAGA				
1	Pekerja	Jam	0,1575	6.140,00	967,05
2	Mandor	Jam	0,0263	8.360,00	219,87
B	BAHAN				
1	Tanah/ batuan random	m3	1,2000	-	-
C	PERALATAN				
1	Buldozer	Jam	0,0050	480.260,55	2.410,95
2	Vibrator roller	Jam	0,0066	263.098,39	1.725,09
3	Dump Truck	Jam	0,0407	315.633,95	12.851,96
4	Excavator 80-140 Hp	Jam	0,0144	430.799,5207	6.201,14
	Jumlah				24.376,06
	Biaya umum dan keuntungan	10 %			2.437,61
	Jumlah				26.813,66
	Jumlah dibulatkan				26.814,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

20. Jenis Pekerjaan : Timbunan Material Filter

Satuan : m³

NO	URAIAN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH Rp.
A	TENAGA				
1	Pekerja	Jam	0,1575	6.140,00	967,05
2	Mandor	Jam	0,0263	8.360,00	219,87
B	BAHAN				
1	Urugan agregat halus	m3	1,2000	145.000,00	174.000,00
C	PERALATAN				
1	Wheel Loader	Jam	0,0119	354.219,17	4.215,01
2	Dump truck	jam	0,0407	315.633,95	12.851,96
3	Buldozer	jam	0,0073	480.260,55	3.482,48
4	Vibratory roller	jam	0,0096	263.098,39	2.515,76
	Jumlah				198.252,13
	Biaya umum dan keuntungan	10 %			19.825,21
	Jumlah				218.077,34
	Jumlah dibulatkan				218.077,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

21. Jenis Pekerjaan : Timbunan Material Rip-rap

Satuan : m³

NO	URAIAN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH Rp.
A	TENAGA				
1	Pekerja	Jam	1,1230	6.140,00	6.895,22
2	Mandor	Jam	0,1123	8.360,00	938,83
B	BAHAN				
1	Batu diameter 40 cm ~ 100 cm	m3	1,2000	165.000,00	198.000,00
C	PERALATAN				
1	Excavator (Muat)	jam	0,0324	430.799,5207	13.952,57
2	Excavator (menyusun)	jam	0,0324	430.799,5207	13.952,57
3	Dump truck	jam	0,0407	315.633,95	12.851,96
4	Alat bantu	set	0,1500	10.000,00	1.500,00
	Jumlah				246.591,14
	Biaya umum dan keuntungan	10 %			24.659,11
	Jumlah				271.250,26
	Jumlah dibulatkan				271.250,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

22. Jenis Pekerjaan : Timbunan Tanah Kembali Manual Dipadatkan
Satuan : m³

NO	URAIAN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH Rp.
A	TENAGA				
1	Pekerja	Jam	1,3130	6.140,00	8.061,82
2	Mandor	Jam	0,0880	8.360,00	735,68
B	B A H A N				
1	Alat bantu	set	0,0400	10.000,00	400,00
C	PERALATAN				
1	Vibrator Roller	Jam	0,0066	263.098,39	1.725,09
2	Three Wheel Roller	Jam	0,0071	171.173,89	1.222,13
	Jumlah				12.144,72
	Biaya umum dan keuntungan	10 %			1.214,47
	Jumlah				13.359,19
	Jumlah dibulatkan				13.359,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

23. Jenis Pekerjaan : Beton Non Struktur/Lantai Kerja K-100
Satuan : m³

NO	URAIAN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH Rp.
A	TENAGA				
1	Pekerja	Jam	8,000	6.140,00	49.120,00
2	Tukang	Jam	1,104	7.930,00	8.754,72
3	Kepala Tukang	Jam	0,144	8.790,00	1.265,76
4	Mandor	Jam	0,400	8.360,00	3.344,00
B	B A H A N				
1	Batu Kerikil	kg	1.012,000	236,25	239.085,00
2	Pasir cor	kg	828,000	203,00	168.084,00
3	PC	kg	247,000	1.400,00	345.800,00
4	Air	liter	215,000	50,00	10.750,00
5	Alat bantu	set	1,250	5.000,00	6.250,00
C	PERALATAN				
1	Batching Plant	Jam	0,075	964.842,76	72.653,82
2	Concrete pump	Jam	0,100	235.550,84	23.649,68
3	Water tanker	Jam	0,009	232.159,41	2.138,23
4	Water pump	Jam	0,027	36.771,87	1.006,90
5	Dump Truck	Jam	0,041	296.055,60	12.136,59
	Jumlah				944.038,70
	Biaya umum dan keuntungan	10 %			94.403,87
	Jumlah				1.038.442,57
	Jumlah dibulatkan				1.038.443,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

24. Jenis Pekerjaan : Beton Non Struktur/Lantai Kerja K-175
Satuan : m³

NO	URAIAN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH Rp.
A	TENAGA				
1	Pekerja	Jam	8,000	6.140,00	49.120,00
2	Tukang	Jam	1,104	7.930,00	8.754,72
3	Kepala Tukang	Jam	0,144	8.790,00	1.265,76
4	Mandor	Jam	0,400	8.360,00	3.344,00
B	B A H A N				
1	Batu pecah	kg	1.029,000	236,25	243.101,25
2	Pasir cor	kg	760,000	195,75	148.770,00
3	PC	kg	326,000	1.400,00	456.400,00
4	Air	liter	215,000	50,00	10.750,00
5	Alat bantu	set	1,250	5.000,00	6.250,00
C	PERALATAN				
1	Batching Plant	Jam	0,075	964.842,76	72.653,82
2	Concrete pump	Jam	0,100	235.550,84	23.649,68
3	Concrete Vibrator	Jam	0,402	43.832,81	17.603,54
4	Water Tanker	Jam	0,009	232.159,41	2.138,23
5	Water pump	Jam	0,027	36.771,87	1.006,90
6	Dump Truck	Jam	0,041	296.055,60	12.136,59
	Jumlah				1.056.944,49
	Biaya umum dan keuntungan	10 %			105.694,45
	Jumlah				1.162.638,94
	Jumlah dibulatkan				1.162.639,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

25. Jenis Pekerjaan : Beton Non Struktur/Lantai Kerja K-225

Satuan : m³

NO	URAIAN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH Rp.
A	TENAGA				
1	Pekerja	Jam	8,0000	6.140,00	49.120,00
2	Tukang	Jam	1,1040	7.930,00	8.754,72
3	Kepala Tukang	Jam	0,1440	8.790,00	1.265,76
4	Mandor	Jam	0,4000	8.360,00	3.344,00
B	B A H A N				
1	Batu pecah	kg	1.047,00	236,25	247.353,75
2	Pasir cor	kg	689,00	195,75	134.871,75
3	PC	kg	371,00	1.400,00	519.400,00
4	Air	liter	215,00	50,00	10.750,00
5	Alat bantu	set	1,2500	5.000,00	6.250,00
C	PERALATAN				
1	Batching Plant	Jam	0,075	964.842,76	72.653,82
2	Concrete pump	Jam	0,100	235.550,84	23.649,68
3	Concrete Vibrator	Jam	0,402	43.832,81	17.603,54
4	Water Tanker	Jam	0,009	232.159,41	2.138,23
5	Water pump	Jam	0,027	36.771,87	1.006,90
6	Dump Truck	Jam	0,041	296.055,60	12.136,59
	Jumlah				1.110.298,74
	Biaya umum dan keuntungan	10 %			111.029,87
	Jumlah				1.221.328,61
	Jumlah dibulatkan				1.221.329,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

26. Jenis Pekerjaan : Besi Tulangan Beton Ulir

Satuan : kg

NO	URAIAN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH Rp.
A	TENAGA				
1	Pekerja	Jam	0,124	6.140,00	761,36
2	Tukang	Jam	0,248	7.930,00	1.966,64
3	Mandor	Jam	0,031	8.360,00	259,16
B	B A H A N				
1	Besi beton ulir	kg	1,100	14.000,00	15.400,00
C	PERALATAN				
1	Bar Bender	set	0,020	10.000,00	200,00
	Jumlah				18.587,16
	Biaya umum dan keuntungan	10 %			1.858,72
	Jumlah				20.445,88
	Jumlah dibulatkan				20.446,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

27. Jenis Pekerjaan : Bekisting Tipe Ekspose

Satuan : m²

NO	URAIAN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH Rp.
A	TENAGA				
1	Pekerja	Jam	1,6000	6.140,00	9.824,00
2	Tukang	Jam	4,0000	7.930,00	31.720,00
3	Mandor	Jam	0,0800	8.360,00	668,80
B	B A H A N				
1	Paku 5 cm dan 7 cm	kg	0,3500	15.000,00	5.250,00
2	Papan Kayu Kls.4 (uk.3/20)	m ³	0,0300	2.100.000,00	63.000,00
3	Kaso 5/7	m ³	0,0180	2.100.000,00	37.800,00
C	PERALATAN				
1	Alat bantu	set	0,5000	10.000,00	5.000,00
	Jumlah				233.187,71
	Bisa digunakan 2 kali (= jumlah : 2)				116.593,86
	Biaya umum dan keuntungan	10 %			11.659,39
	Jumlah				128.253,24
	Jumlah dibulatkan				128.253,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

28. Jenis Pekerjaan : Dowel Bar
Satuan : bh

NO	URAIAN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH Rp.
A	TENAGA				
1	Pekerja	Jam	0,1240	6.140,00	761,36
2	Tukang	Jam	0,2480	7.930,00	1.966,64
3	Mandor	Jam	0,0310	8.360,00	259,16
B	B A H A N				
1	Besi beton ulir dia 22 mm ; L=1,5 m	kg	4,9212	14.000,00	68.896,42
2	Pipa PVC dia. 1" lokal (L=6 m)	m	0,3000	12.000,00	3.600,00
C	PERALATAN				
1	Bar Bender	set	0,0200	10.000,00	200,00
	Jumlah				75.683,58
	Biaya umum dan keuntungan	10 %			7.568,36
	Jumlah				83.251,94
	Jumlah dibulatkan				83.252,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

29. Jenis Pekerjaan : Pipa Pvc Pervorated
Satuan : m

No.	Keterangan	Satuan	Volume	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
I	PEKERJA				
1.	Mandor	org/hari	0,0050	58.500	293
2.	Pekerja Terampil	org/hari	0,0200	55.500	1.110
3.	Pekerja Biasa	org/hari	0,0625	61.500	3.844
Sub Total I					5.246
II	MATERIAL				
1.	Pipa PVC dia. 6" lokal (L=6 m)	batang	0,1667	1.200.000	200.000
Sub Total II					200.000
III	PERALATAN				
Sub Total III					0
	Jumlah				205.246
	Biaya umum dan keuntungan 10 %				20.525
	Jumlah harga				225.771
	Dibulatkan				225.771

Sumber: Data Perhitungan (2018).

30. Jenis Pekerjaan : Perancah Kayu
Satuan : m²

NO	URAIAN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH Rp.
A	TENAGA				
1	Pekerja	Jam	2,0000	6.140,00	12.280,00
2	Tukang kayu	Jam	4,8000	7.928,57	38.057,14
3	Kepala tukang	Jam	0,4800	8.790,00	4.219,20
4	Mandor	Jam	0,9600	8.360,00	8.025,60
B	B A H A N				
1	Kayu kls IV uk.5/7 - 4 meter	m3	0,1000	2.100.000,00	210.000,00
2	Paku 5 cm dan 7 cm	kg	0,3500	15.000,00	5.250,00
C	PERALATAN				
1	Alat bantu	set	0,5000	5.000,00	2.500,00
	Jumlah				280.331,94
	Bisa digunakan 2 kali (= jumlah : 2)				140.165,97
	Biaya umum dan keuntungan	10 %			14.016,60
	Jumlah				154.182,57
	Jumlah dibulatkan				154.183,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

31. Jenis Pekerjaan : Pasangan Batu 1 : 4 Didatangkan

Satuan : m³

NO	URAIAN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH Rp.
A	TENAGA				
1	Pekerja	Jam	8,2200	6.140,00	50.470,80
2	Tukang	Jam	2,7400	7.930,00	21.728,20
3	Mandor	Jam	1,0740	8.360,00	8.978,64
B	BAHAN				
1	PC	kg	163,0000	1.750,00	285.250,00
2	Batu belah	m ³	1,2000	165.000,00	198.000,00
3	Pasir Pasang	m ³	0,5200	127.000,00	66.040,00
C	PERALATAN				
1	Concrete Mixer	Jam	0,0803	52.635,42	4.227,74
2	Alat bantu	set	0,1350	10.000,00	1.350,00
Jumlah					636.045,38
Biaya umum dan keuntungan 10 %					63.604,54
Jumlah					699.649,92
Jumlah dibulatkan					699.650,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

32. Jenis Pekerjaan : Hand Rail

Satuan : m

NO	URAIAN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH Rp.
A	TENAGA				
1	Pekerja	Jam	0,1750	6.140,00	1.074,50
2	Tukang	Jam	0,3500	7.930,00	2.775,50
B	BAHAN				
1	Pipa GIV (3") Medium	m'	1,0500	84.166,67	88.375,00
2	Cat	kg	0,0068	54.000,00	367,20
3	Beton K175	m ³	0,0090	1.162.639,00	10.463,75
4	Tulangan beton	kg	1,1536	14.000,00	16.150,02
C	PERALATAN				
1	Alat Bantu (bar bender, cutter, las)	Ls	1,0000	10.000,00	10.000,00
Jumlah					129.205,98
Biaya umum dan keuntungan 10 %					12.920,60
Jumlah					142.126,57
Jumlah dibulatkan					142.127,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

33. Jenis Pekerjaan : Waterstop

Satuan : m

NO	URAIAN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH Rp.
A	TENAGA				
1	Pekerja	Jam	0,5500	6.140,00	3.377,00
2	Tukang	Jam	0,3500	7.930,00	2.775,50
3	Mandor	Jam	0,0030	8.360,00	25,08
B	BAHAN				
1	Water Stop B = 320 mm	m'	1,0500	39.712,24	41.697,85
C	PERALATAN				
1	Alat Bantu	set	0,1000	10.000,00	1.000,00
Jumlah					48.875,43
Biaya umum dan keuntungan 10 %					4.887,54
Jumlah					53.762,98
Jumlah dibulatkan					53.763,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

34. Jenis Pekerjaan : Weep Hole Type 1
Satuan : bh

NO	URAIAN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH Rp.
A	TENAGA				
1	Pekerja	Jam	0,1750	6.140,00	1.074,50
2	Tukang	Jam	0,3500	7.930,00	2.775,50
B	B A H A N				
1	Pipa PVC dia. 100 mm/6	m'	0,5000	28.333,33	14.166,67
2	Ijuk	kg	0,3000	23.082,41	6.924,72
3	Kerikil	m3	0,0450	145.000,00	6.525,00
C	PERALATAN				
1	Alat Bantu	set	0,1000	10.000,00	1.000,00
Jumlah					32.466,39
Biaya umum dan keuntungan 10 %					3.246,64
Jumlah					35.713,03
Jumlah dibulatkan					35.713,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

35. Jenis Pekerjaan : Colector Drain Type 2
Satuan : m

NO	URAIAN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH Rp.
A	TENAGA				
1	Pekerja	Jam	0,1750	6.140,00	1.074,50
2	Tukang	Jam	0,3500	7.930,00	2.775,50
B	B A H A N				
1	Pipa PVC dia. 75 mm	m'	1,1000	21.666,67	23.833,33
2	Geotextile	m2	2,7830	19.410,21	54.018,61
3	Kerikil	m3	0,3300	145.000,00	47.850,00
C	PERALATAN				
1	Alat Bantu	set	0,1000	10.000,00	1.000,00
Jumlah					130.551,95
Biaya umum dan keuntungan 10 %					13.055,19
Jumlah					143.607,14
Jumlah dibulatkan					143.607,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

36. Jenis Pekerjaan : Joint Sealant
Satuan : m

NO	URAIAN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH Rp.
A	TENAGA				
1	Pekerja	OH	2,4500	6.140,00	15.043,00
2	Tukang	OH	1,1900	7.930,00	9.436,70
3	Mandor	OH	0,1400	8.360,00	1.170,40
B	B A H A N 1)				
1	Mortar mutu K175	m3	0,0050	1.056.944,49	5.284,72
C	PERALATAN				
1	Alat bantu	set	1,0000	1.000,00	1.000,00
Jumlah					31.934,82
Biaya umum dan keuntungan 10 %					3.193,48
Jumlah					35.128,30
Jumlah dibulatkan					35.128,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

37. Jenis Pekerjaan : Pasangan Batu 1 : 4 Batu Setempat

Satuan : m³

NO	URAIAN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH Rp.
A	TENAGA				
1	Pekerja	Jam	8,2200	6.140,00	50.470,80
2	Tukang	Jam	2,7400	7.930,00	21.728,20
3	Mandor	Jam	1,0740	8.360,00	8.978,64
B	BAHAN				
1	PC	kg	163,0000	1.750,00	285.250,00
2	Batu belah	m ³	1,2000	-	-
3	Pasir Pasang	m ³	0,5200	127.000,00	66.040,00
C	PERALATAN				
1	Concrete Mixer	Jam	0,0803	52.635,42	4.227,74
2	Alat bantu	set	0,1350	10.000,00	1.350,00
	Jumlah				438.045,38
	Biaya umum dan keuntungan	10 %			43.804,54
	Jumlah				481.849,92
	Jumlah dibulatkan				481.850,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

38. Jenis Pekerjaan : Plesteran 1 : 3

Satuan : m²

NO	URAIAN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH Rp.
A	TENAGA				
1	Pekerja	Jam	2,4500	6.140,00	15.043,00
2	Tukang	Jam	1,1900	7.930,00	9.436,70
3	Mandor	Jam	0,1400	8.360,00	1.170,40
B	BAHAN				
1	PC	kg	10,4700	1.750,00	18.322,50
2	Pasir Pasang	m ³	0,0150	127.000,00	1.905,00
C	PERALATAN				
1	Alat bantu	set	0,1000	10.000,00	1.000,00
	Jumlah				46.877,60
	Biaya umum dan keuntungan	10 %			4.687,76
	Jumlah				51.565,36
	Jumlah dibulatkan				51.565,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

39. Jenis Pekerjaan : Siaran 1 : 2

Satuan : m²

NO	URAIAN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH Rp.
A	TENAGA				
1	Pekerja	Jam	2,5200	6.140,00	15.472,80
2	Tukang	Jam	0,8400	7.930,00	6.661,20
3	Mandor	Jam	0,1260	8.360,00	1.053,36
B	BAHAN				
1	PC	kg	4,0400	1.750,00	7.070,00
2	Pasir Pasang	m ²	0,0097	127.000,00	1.231,90
C	PERALATAN				
3	Alat bantu	set	0,0100	10.000,00	100,00
	Jumlah				31.589,26
	Biaya umum dan keuntungan	10 %			3.158,93
	Jumlah				34.748,19
	Jumlah dibulatkan				34.748,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

40. Jenis Pekerjaan : Pasangan Bronjong
Satuan : m³

NO	URAIAN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH Rp.
A	TENAGA				
1	Pekerja	Jam	19,8300	6.140,00	121.756,20
2	Tukang	Jam	3,9700	7.930,00	31.482,10
3	Mandor	Jam	0,7860	8.360,00	6.570,96
B	B A H A N				
1	Batu belah	m3	1,2000	165.000,00	198.000,00
2	Kawat Bronjong dia. 4 mm	kg	10,0000	17.000,00	170.000,00
3	Geotextile	m2	3,0000	19.410,21	58.230,63
C	PERALATAN				
1	Alat bantu (Pengait, Gunting bronjong)	set	0,1500	10.000,00	1.500,00
	Jumlah				587.539,89
	Biaya umum dan keuntungan	10 %			58.753,99
	Jumlah				646.293,88
	Jumlah dibulatkan				646.294,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

41. Jenis Pekerjaan : Pengeboran Rotary untuk Consolidation Grouting
Satuan : m

NO.	KOMPONEN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>				
1.	Bor Master	hari	0,25	149.800,00	37.450,00
2.	Pekerja	hari	1,50	107.000,00	160.500,00
	JUMLAH HARGA TENAGA				197.950,00
B.	<u>BAHAN</u>				
1.	Casing GIP 4" ~ 5"	m	0,10	100.000,00	10.000,00
2.	BBm Mesin Bor, Solar	liter	5,00	11.818,18	59.090,91
3.	BBm waterpump, Solar	liter	3,00	11.818,18	35.454,55
4.	Mata bor batuan (widya)	Ls	0,33	250.000,00	83.333,33
5.	Additive	kg	2,00	15.000,00	30.000,00
	JUMLAH HARGA BAHAN				217.878,79
C.	<u>PERALATAN</u>				
1.	Mesin Bor & penggerak	m	0,010	15.000.000,00	150.000,00
2.	Water pump Sachin (2)	m	0,003	7.500.000,00	25.000,00
3.	Faktor pindah alat	moving	0,020	350.000,00	7.000,00
4.	Faktor mobilisasi alat	mob	0,002	5.000.000,00	8.333,33
	JUMLAH HARGA PERALATAN				190.333,33
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)/ meter				606.162,12
E.	OVERHEAD & PROFIT 10,0 % x D				60.616,21
F.	JUMLAH HARGA				666.778,33
G.	JUMLAH DIBULATKAN				666.778,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

42. Jenis Pekerjaan : Pengeboran Rotary untuk Sub-Curtain Grouting
Satuan : m

NO.	KOMPONEN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>				
1.	Bor Master	hari	0,26	149.800,00	38.909,09
2.	Pekerja (6)	hari	1,56	107.000,00	166.753,25
JUMLAH HARGA TENAGA					205.662,34
B.	<u>BAHAN</u>				
1.	Casing GIP 4" ~ 5"	m	0,10	100.000,00	10.000,00
2.	BBm Mesin Bor, Solar	liter	5,00	11.818,18	59.090,91
3.	BBm waterpump, Solar	liter	3,00	11.818,18	35.454,55
4.	Mata bor batuan (widya)	Ls	0,33	250.000,00	83.333,33
5.	Additive	kg	2,00	15.000,00	30.000,00
JUMLAH HARGA BAHAN					217.878,79
C.	<u>PERALATAN</u>				
1.	Mesin Bor & penggerak	m	0,010	15.000.000,00	150.000,00
2.	Water pump Sachn (2)	m	0,003	7.500.000,00	25.000,00
3.	Faktor pindah alat	moving	0,020	350.000,00	7.000,00
4.	Faktor mobilisasi alat	mob	0,002	5.000.000,00	8.333,33
JUMLAH HARGA PERALATAN					190.333,33
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)/ meter				613.874,46
E.	OVERHEAD & PROFIT 10,0 % x D				61.387,45
F.	JUMLAH HARGA				675.261,90
G.	JUMLAH DIBULATKAN				675.262,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

43. Jenis Pekerjaan : Pengeboran Rotary untuk Curtain Grouting
Satuan : m

NO.	KOMPONEN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>				
1.	Bor Master	hari	0,27	149.800,00	40.486,49
2.	Pekerja (6)	hari	1,62	107.000,00	173.513,51
JUMLAH HARGA TENAGA					214.000,00
B.	<u>BAHAN</u>				
1.	Casing GIP 4" ~ 5"	m	0,10	100.000,00	10.000,00
2.	BBm Mesin Bor, Solar	liter	5,00	11.818,18	59.090,91
3.	BBm waterpump, Solar	liter	3,00	11.818,18	35.454,55
4.	Mata bor batuan (widya)	Ls	0,33	250.000,00	83.333,33
5.	Additive	kg	2,00	15.000,00	30.000,00
JUMLAH HARGA BAHAN					217.878,79
C.	<u>PERALATAN</u>				
1.	Mesin Bor & penggerak	m	0,010	15.000.000,00	150.000,00
2.	Water pump sanchin (2)	m	0,003	7.500.000,00	25.000,00
3.	Faktor pindah alat	moving	0,020	350.000,00	7.000,00
4.	Faktor mobilisasi alat	mob	0,002	5.000.000,00	8.333,33
JUMLAH HARGA PERALATAN					190.333,33
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)/ meter				622.212,12
E.	OVERHEAD & PROFIT 10,0 % x D				62.221,21
F.	JUMLAH HARGA				684.433,33
G.	JUMLAH DIBULATKAN				684.433,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

44. Jenis Pekerjaan : Water Pressure Test untuk Curtain Grouting

NO.	KOMPONEN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>				
1.	Operator Bor (Bor Master)	Jam	0,30	149.800,00	44.940,00
2.	Pekerja Bor	Jam	1,80	107.000,00	192.600,00
JUMLAH HARGA TENAGA					237.540,00
B.	<u>BAHAN</u>				
1.	Laporan Uji lab & lapangan	uji	1	5.000,00	5.000,00
JUMLAH HARGA BAHAN					5.000,00
C.	<u>PERALATAN</u>				
1.	Alat Uji insitu (Packer test)	LS	1,00	50.000,00	50.000,00
JUMLAH HARGA PERALATAN					50.000,00
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A+B+C) x 6 BULAN				292.540,00
E.	OVERHEAD & PROFIT 10,0 % x D				29.254,00
F.	JUMLAH HARGA				321.794,00
G.	JUMLAH DIBULATKAN				321.794,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

45. Jenis Pekerjaan : Grouting pada Pondasi dan Terowongan

Satuan : ton

NO.	KOMPONEN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>				
1.	Pembantu Tukang	jam	2,8250	6.142,86	17.353,57
2.	Tukang	jam	2,8250	8.790,00	24.831,75
3.	Mandor	jam	0,4700	8.360,00	3.929,20
JUMLAH HARGA TENAGA					46.114,52
B.	<u>BAHAN</u>				
1	Semen	Kg	1.060	1.400,00	1.483.650,00
2	Agregat Halus	Kg	2.331	454,96	1.060.714,29
JUMLAH HARGA BAHAN					2.544.364,29
C.	<u>PERALATAN</u>				
1.	Air Compresor	jam	0,4708	119.470,74	56.246,82
2.	Pompa dan alat injeksi	jam	0,4708	159.019,14	74.866,21
3.	Alat pencampur bahan	jam	0,4708	52.635,42	24.780,76
4.	Alat Bantu	LS		50.000,00	50.000,00
JUMLAH HARGA PERALATAN					205.893,79
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C) : 1,8 t/m3				1.553.540,33
E.	OVERHEAD & PROFIT 10,0 % x D				155.354,03
F.	JUMLAH HARGA				1.708.894,36
F.	JUMLAH DIBULATKAN				1.708.894,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

46. Jenis Pekerjaan : Bangunan V-Notch
Satuan : unit

NO.	KOMPONEN	SATUAN	Volume	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	TENAGA				0
	JUMLAH HARGA TENAGA				0,00
B.	BAHAN				
1.	Pas. Batu kali	m3	32,00	525.456,00	16.814.592,00
2.	Beton bertulang K225	m3	0,57	1.288.086,00	736.785,19
3.	Tulangan beton	kg	40,04	20.502,00	820.900,08
4.	Buis beton dia 1m K225	m	8,00	606.688,51	4.853.508,05
5.	Plesteran 1:3	m2	125,00	51.818,00	6.477.250,00
6.	Bahan lain	LS	1,00	1.304.257,00	1.304.257,00
	JUMLAH HARGA BAHAN				31.007.292,32
C.	PERALATAN				
1.	V Notch (stainless Steel)	LS	1,00	1.000.000,00	1.000.000,00
3.	Pagar keliling BRC	m	50,00	141.326,00	7.066.300,00
4.	Canopy/ shelter 4 x 4 m	m	16,00	1.200.000,00	19.200.000,00
	JUMLAH HARGA PERALATAN				27.266.300,00
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)				58.273.592,32
E.	OVERHEAD & PROFIT 10,0 % x D				5.827.359,23
F.	JUMLAH HARGA				64.100.951,55
G.	JUMLAH DIBULATKAN				64.100.952,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

47. Jenis Pekerjaan : Produksi dan Hamparan Laston Lapis Aus AC-WC
Satuan : m²

NO	URAIAN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH Rp.
A	TENAGA				
1	Pekerja	Jam	0,0190	6.140,00	116,51
2	Mandor	Jam	0,0027	8.360,00	22,66
B	BAHAN				
1	Agregat kasar	m3	0,0344	145.000,00	4.984,38
2	Agregat halus	m3	0,0298	175.000,00	5.209,75
3	Fraksi Filler	kg	1,2375	1.605,00	1.986,19
4	Aspal	kg	6,7331	13.000,00	87.530,63
C	PERALATAN				
1	Wheel loader	Jam	0,0020	354.219,17	711,28
2	AMP	Jam	0,0027	1.312.035,86	3.555,62
3	Genset	Jam	0,0027	307.010,67	832,00
4	Dump Truck	Jam	0,0123	315.633,95	3.881,76
5	Aspal Finisher	Jam	0,0007	177.388,72	129,53
6	Tandem Roller	Jam	0,0022	182.016,53	391,34
7	Tire Roller	Jam	0,0016	213.187,68	342,17
8	Alat bantu @ 3 alat	Ls	1,0000	5.000,00	5.000,00
	Jumlah				114.693,79
	Biaya umum dan keuntungan	10 %			11.469,38
	jumlah				126.163,17
	Jumlah dibulatkan			per M2	126.163,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

48. Jenis Pekerjaan : Prime Coat
Satuan : m³

NO	URAIAN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH Rp.
A	TENAGA				
1	Pekerja	Jam	0,0301	6.140,00	184,81
2	Mandor	Jam	0,0060	8.360,00	50,16
B	B A H A N				
1	Aspal	m2	0,6294	13.000,00	8.182,20
2	Kerosene/minyak tanah industri	ltr	0,4889	11.000,00	5.377,90
C	PERALATAN				
1	Aspal sprayer	Jam	0,0007	69.981,03	51,10
2	Compressor 4.0 - 6.55 l/m	Jam	0,0007	182.868,08	133,53
3	Dump Truck	Jam	0,0410	315.633,95	12.939,19
	Jumlah				26.918,90
	Biaya umum dan keuntungan	10 %			2.691,89
	jumlah				29.610,78
	Jumlah dibulatkan				29.611,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

49. Jenis Pekerjaan : Base Course (LPA)
Satuan : m³

NO	URAIAN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH Rp.
A	TENAGA				
1	Pekerja	Jam	0,0496	6.140,00	304,54
2	Mandor	Jam	0,0071	8.360,00	59,36
B	B A H A N				
1	Material Sub Base Course (Kelas A)	m3	1,2000	165.000,00	198.000,00
C	PERALATAN				
1	Wheel loader	Jam	0,0067	354.219,17	2.370,94
2	Dump Truck	Jam	0,0410	315.633,95	12.939,19
3	Motor grader	Jam	0,0154	380.888,81	5.877,91
4	Vibrator Roller	Jam	0,0054	263.098,39	1.427,86
5	Water Tanker	Jam	0,0060	232.159,41	1.398,55
6	Alat bantu	LS	1,0000	1.500,00	1.500,00
	Jumlah				223.878,37
	Biaya umum dan keuntungan	10 %			22.387,84
	jumlah				246.266,20
	Jumlah dibulatkan				246.266,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

50. Jenis Pekerjaan : Sub Base Course (LPB)

Satuan : m³

NO	URAIAN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH Rp.
A	TENAGA				
1	Pekerja	Jam	0,0496	6.140,00	304,54
2	Mandor	Jam	0,0071	8.360,00	59,36
B	BAHAN				
1	Material Sub Base Course (Kelas C)	m3	1,2000	120.000,00	120.000,00
C	PERALATAN				
1	Wheel loader	Jam	0,0067	354.219,17	2.370,94
2	Dump Truck	Jam	0,0410	315.633,95	12.939,19
3	Motor grader	Jam	0,0154	380.888,81	5.877,91
4	Vibrator Roller	Jam	0,0054	263.098,39	1.427,86
5	Water Tanker	Jam	0,0060	232.159,41	1.398,55
6	Alat bantu	LS	1,0000	1.500,00	1.500,00
	Jumlah				145.878,37
	Biaya umum dan keuntungan	10 %			14.587,84
	Jumlah				160.466,20
	Jumlah dibulatkan				160.466,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

51. Jenis Pekerjaan : Patok Beton

Satuan : bh

NO	URAIAN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH Rp.
1	Beton K 175	m3	0,0225	1.162.639,00	26.159,38
2	Acuan	m2	0,1200	152.043,34	18.245,20
3	Besi	kg	1,8000	20.446,00	36.802,80
C	PERALATAN				
1	Alat bantu	Ls	1,0000	5.000,00	5.000,00
	Jumlah				86.207,38
	Biaya umum dan keuntungan	10 %			8.620,74
	Jumlah				94.828,12
	Jumlah dibulatkan				94.828,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

2. Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) dengan Alternatif Penambahan Jam Kerja

1. Jenis Pekerjaan : Mobilisasi dan Demobilisasi Alternatif Penambahan Jam Kerja
Satuan : LS

NO	URAIAN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH Rp.
A	MOBILISASI ALAT				
1	Excavator	bh	15,0	3.500.000,00	52.500.000,00
2	Excavator with rock breaker	bh	29,0	3.500.000,00	101.500.000,00
3	Wheel Loader	bh	2,0	3.500.000,00	7.000.000,00
4	Dump Truck	bh	31,0	1.250.000,00	38.750.000,00
5	Bulldozer	bh	6,0	3.500.000,00	21.000.000,00
6	Motor Grader	bh	1,0	4.000.000,00	4.000.000,00
7	Vibrator Roller	bh	4,0	3.500.000,00	14.000.000,00
8	Water Tanker	bh	3,0	1.250.000,00	3.750.000,00
9	Concrete Mixer	bh	1,0	500.000,00	500.000,00
10	Concrete Vibrator	bh	6,0	500.000,00	3.000.000,00
11	Concrete Pump	bh	2,0	1.250.000,00	2.500.000,00
12	Grouting Machine	set	4,0	3.500.000,00	14.000.000,00
13	Crawler Crane cap. 20 ton	set	1,0	3.500.000,00	3.500.000,00
14	Batching Plant	set	1,0	15.000.000,00	15.000.000,00
15	Drilling Pump	bh	2,0	3.000.000,00	6.000.000,00
16	Grouting Pump	bh	2,0	3.000.000,00	6.000.000,00
	Jumlah A				293.000.000,00
B	DEMOBILISASI ALAT				
1	Excavator	bh	15,0	3.500.000,00	52.500.000,00
2	Excavator with rock breaker	bh	29,0	3.500.000,00	101.500.000,00
3	Wheel Loader	bh	2,0	3.500.000,00	7.000.000,00
4	Dump Truck	bh	31,0	1.250.000,00	38.750.000,00
5	Bulldozer	bh	6,0	3.500.000,00	21.000.000,00
6	Motor Grader	bh	1,0	4.000.000,00	4.000.000,00
7	Vibrator Roller	bh	4,0	3.500.000,00	14.000.000,00
8	Water Tanker	bh	3,0	1.250.000,00	3.750.000,00
9	Concrete Mixer	bh	1,0	500.000,00	500.000,00
10	Concrete Vibrator	bh	6,0	500.000,00	3.000.000,00
11	Concrete Pump	bh	2,0	1.250.000,00	2.500.000,00
12	Grouting Machine	set	4,0	3.500.000,00	14.000.000,00
13	Crawler Crane cap. 20 ton	set	1,0	3.500.000,00	3.500.000,00
14	Batching Plant	set	1,0	15.000.000,00	15.000.000,00
15	Drilling Pump	bh	2,0	3.000.000,00	6.000.000,00
16	Grouting Pump	bh	2,0	3.000.000,00	6.000.000,00
	Jumlah B				293.000.000,00
	Jumlah Total				586.000.000,00
	Biaya umum dan keuntungan	10 %			58.600.000,00
	Jumlah harga				644.600.000,00
	Jumlah dibulatkan				644.600.000,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

2. Jenis Pekerjaan : Penyediaan Air Bersih Alternatif Penambahan Jam Kerja
Satuan : LS

NO.	KOMPONEN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>				
1.	Pekerja	jam	48,00	7.930,83	380.680,00
2.	Mandor	jam	4,80	10.798,33	51.832,00
JUMLAH HARGA TENAGA					432.512,00
B.	<u>BAHAN</u>				
1	Tawas & Kaporit	Kg	10,00	25.000,00	250.000,00
JUMLAH HARGA BAHAN					250.000,00
C.	<u>PERALATAN</u>				
1.	Jet pump	jam	240,00	1.736,11	416.666,67
2.	Tower tank 5000 l	jam	240,00	868,06	208.333,33
3.	Instalasi	jam	240,00	1.302,08	312.500,00
4.	Alat Penjernih	jam	240,00	694,44	166.666,67
JUMLAH HARGA PERALATAN					1.104.166,67
Biaya per bulan					1.786.678,67
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A+B+C) x 27 bulan (810 hari)				48.240.324,00
E.	OVERHEAD & PROFIT 10,0 % x D				4.824.032,40
F.	JUMLAH HARGA				53.064.356,40
G.	JUMLAH DIBULATKAN				53.064.356,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

3. Jenis Pekerjaan : Penyediaan Sarana Listrik Alternatif Penambahan Jam Kerja
Satuan : LS

NO.	KOMPONEN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>				
1.	Operator	hari	30,00	65.925,00	1.977.750,00
2.	Mandor	hari	3,00	62.700,00	188.100,00
JUMLAH HARGA TENAGA					2.165.850,00
B.	<u>BAHAN</u>				
1.	Bahan Bakar Solar	Ltr	300,00	11.818,18	3.545.454,55
2.	Pelumas	Ltr	0,333	40.000,00	13.333,33
JUMLAH HARGA BAHAN					3.558.787,88
C.	<u>PERALATAN</u>				
1.	Generating Set 10 KVA (sewa)	bulan	1,00	7.500.000,00	7.500.000,00
2.	Instalasi & perawatan	bulan	1,00	200.000,00	200.000,00
JUMLAH HARGA PERALATAN					7.700.000,00
Biaya per bulan					13.424.637,88
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A+B+C) x 27 bulan (810 hari)				362.465.222,73
E.	OVERHEAD & PROFIT 10,0 % x D				36.246.522,27
F.	JUMLAH HARGA				398.711.745,00
G.	JUMLAH DIBULATKAN				398.711.745,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

4. Jenis Pekerjaan : Penyediaan Sarana Telekomunikasi Alternatif Penambahan Jam Kerja
Satuan : LS

NO.	KOMPONEN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>				
	Pekerja	hari	30,00	46.050,00	1.381.500,00
JUMLAH HARGA TENAGA					1.381.500,00
B.	<u>BAHAN</u>				
	1. Biaya Telepon/ internet	bulan	1,00	500.000,00	500.000,00
	2. Handy Talky 10 Unit	bulan	10,00	100.000,00	1.000.000,00
JUMLAH HARGA BAHAN					1.500.000,00
C.	<u>PERALATAN</u>				
	1. Battery HT	buah	40,00	5.000,00	200.000,00
JUMLAH HARGA PERALATAN					200.000,00
Biaya per bulan					3.081.500,00
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A+B+C) x 27 bulan (810 hari)				83.200.500,00
E.	OVERHEAD & PROFIT 10,0 % x D				8.320.050,00
F.	JUMLAH HARGA				91.520.550,00
G.	JUMLAH DIBULATKAN				91.520.550,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

5. Jenis Pekerjaan : Quality Control Alternatif Penambahan Jam Kerja
Satuan : LS

NO.	KOMPONEN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>				
	1. Lab Technician	org-bln	1,00	4.815.000,00	4.815.000,00
	2. Pembantu Lab	org-bln	1,00	2.724.900,00	2.724.900,00
	3. Mandor	org-bln	0,10	2.591.600,00	259.160,00
JUMLAH HARGA TENAGA					7.799.060,00
B.	<u>UJI</u>				
	1. Sampling dan uji kubus	buah	571	4.210,28	2.404.069,88
	2. Sand cone	uji	100	8.000,00	800.000,00
	3. Mix Desain	test	0,03	1.000.000,00	27.777,78
	4. Trial embankment	uji	1	2.000.000,00	2.000.000,00
	5. Test Mekanikal	LS	1,00	1.000.000,00	1.000.000,00
JUMLAH HARGA BAHAN					6.231.847,66
C.	<u>PERALATAN</u>				
	1. alat bantu	LS	1,00	200.000,00	200.000,00
	2. Reporting	LS	1,00	50.000,00	50.000,00
JUMLAH HARGA PERALATAN					250.000,00
Biaya per bulan					14.280.907,66
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A+B+C) x 27 bulan (810 hari)				385.584.506,76
E.	OVERHEAD & PROFIT 10,0 % x D				38.558.450,68
F.	JUMLAH HARGA				424.142.957,44
G.	JUMLAH DIBULATKAN				424.142.957,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

6. Jenis Pekerjaan : Dokumentasi Foto dan Film Kemajuan Proyek Alternatif
Penambahan Jam Kerja

Satuan : LS

NO.	KOMPONEN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>				
1.	Juru Foto/ Handycam	org-bln	1,00	3.440.250,00	3.440.250,00
JUMLAH HARGA TENAGA					3.440.250,00
B.	<u>BAHAN</u>				
1.	CD - RW Handy Cam	buah	2	10.000,00	20.000,00
2.	Kertas Foto	lbr	20	5.000,00	100.000,00
3.	Album	bh	2	75.000,00	150.000,00
JUMLAH HARGA BAHAN					270.000,00
C.	<u>PERALATAN</u>				
1.	Handy cam	bln	1,00	104.166,67	104.166,67
2.	Camera SLR	bln	1,00	208.333,33	208.333,33
3.	Editing	LS	1,00	1.000.000,00	1.000.000,00
JUMLAH HARGA PERALATAN					1.312.500,00
Biaya per bulan					5.022.750,00
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A+B+C) x 27 bulan (810 hari)				135.614.250,00
E.	OVERHEAD & PROFIT 10,0 % x D				13.561.425,00
F.	JUMLAH HARGA				149.175.675,00
G.	JUMLAH DIBULATKAN				149.175.675,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

7. Jenis Pekerjaan : Pembuatan Laporan Pelaksanaan Pekerjaan Alternatif Penambahan
Jam Kerja

Satuan : LS

NO.	KOMPONEN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>				
1.	Juru Administrasi	org-bln	1,00	2.724.900,00	2.724.900,00
2.	Operator Computer	org-bln	1,00	2.724.900,00	2.724.900,00
JUMLAH HARGA TENAGA					5.449.800,00
B.	<u>BAHAN</u>				
1.	Tinta Printer color	set	1,00	200.000,00	200.000,00
2.	Kertas A3	rim	1,00	150.000,00	150.000,00
3.	Kertas A4	rim	1,00	90.000,00	90.000,00
JUMLAH HARGA BAHAN					440.000,00
C.	<u>PERALATAN</u>				
1.	Computer PC/ Laptop	set bln	2,00	333.333,33	666.666,67
2.	Printer A3	bln	1,00	104.166,67	104.166,67
3.	Printer A4	bln	1,00	41.666,67	41.666,67
5.	ATK lainnya	LS	1,00	25.000,00	25.000,00
JUMLAH HARGA PERALATAN					837.500,00
Biaya per bulan					6.727.300,00
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A+B+C) x 27 bulan (810 hari)				181.637.100,00
E.	OVERHEAD & PROFIT 10,0 % x D				18.163.710,00
F.	JUMLAH HARGA				199.800.810,00
G.	JUMLAH DIBULATKAN				199.800.810,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

8. Jenis Pekerjaan : Survey Pengukuran Gambar Kerja dan Purna Laksana Alternatif
Penambahan Jam Kerja

Satuan : LS

NO.	KOMPONEN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>				
1.	Juru Ukur	org-bln	2,00	2.724.900,00	5.449.800,00
2.	Juru Gambar CAD	org-bln	2,00	2.724.900,00	5.449.800,00
3.	Pembantu ukur	org-bln	4,00	1.903.400,00	7.613.600,00
JUMLAH HARGA TENAGA					18.513.200,00
B.	<u>BAHAN</u>				
1.	Tinta Printer color	LS	1,00	50.000,00	50.000,00
2.	Kertas A3	rim	1,00	90.000,00	90.000,00
3.	alat bantu	bh	1,00	10.000,00	10.000,00
JUMLAH HARGA BAHAN					150.000,00
C.	<u>PERALATAN</u>				
1.	Computer PC/ Laptop	bln	2,00	166.666,67	333.333,33
2.	Printer A3	bln	1,00	83.333,33	83.333,33
3.	Penggandaan ABD (copy) A1	LS	1,00	208.333,33	208.333,33
4.	Penggandaan ABD (copy) A3	lbr	200,00	200,00	40.000,00
5.	Alat ukur (TS/WP)	set-bln	2,00	300.000,00	600.000,00
JUMLAH HARGA PERALATAN					1.265.000,00
Biaya per bulan					19.928.200,00
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A+B+C) x 27 bulan (810 hari)				538.061.400,00
E.	OVERHEAD & PROFIT 10,0 % x D				53.806.140,00
F.	JUMLAH HARGA				591.867.540,00
G.	JUMLAH DIBULATKAN				591.867.540,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

9. Jenis Pekerjaan : Pengukuran dan Pelaksanaan K3 Penambahan Jam Kerja
Satuan : LS

NO.	KOMPONEN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>				
1.	Koordinator K3	org-bln	1,00	3.440.250,00	3.440.250,00
2.	Satpam (2)	org-bln	4,00	3.440.250,00	13.761.000,00
JUMLAH HARGA TENAGA					17.201.250,00
B.	<u>BAHAN</u>				
1.	Alat APD	set-bln	50,00	6.250,00	312.500,00
2.	Rambu-rambu K3	LS	1,00	50.000,00	50.000,00
3.	Perlengkapan security & meal	LS	1,00	100.000,00	100.000,00
JUMLAH HARGA BAHAN					462.500,00
C.	<u>PERALATAN</u>				
1.	P3K dan klinik darurat	set-bln	1,00	208.333,33	208.333,33
JUMLAH HARGA PERALATAN					208.333,33
Biaya per bulan					17.872.083,33
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A+B+C) x 27 bulan (810 hari)				482.546.250,00
E.	OVERHEAD & PROFIT 10,0 % x D				48.254.625,00
F.	JUMLAH HARGA				530.800.875,00
G.	JUMLAH DIBULATKAN				530.800.875,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

10. Jenis Pekerjaan : Pencegahan HIV AIDS Alternatif Penambahan Jam Kerja
Satuan : LS

NO.	KOMPONEN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>				
1.	Tenaga Paramedis (tenaga khusus)	org-bln	1,00	3.440.250,00	3.440.250,00
2.	Pembantu Paramedis (pekerja)	org-bln	4,00	1.381.500,00	5.526.000,00
JUMLAH HARGA TENAGA					8.966.250,00
B.	<u>BAHAN</u>				
1.	Sarana kesehatan genital	set-bln	50,00	20.000,00	1.000.000,00
2.	Poster spanduk	LS	1,00	1.000.000,00	1.000.000,00
3.	Leaflet	LS	1,00	100.000,00	100.000,00
JUMLAH HARGA BAHAN					2.100.000,00
C.	<u>PERALATAN</u>				
1.	Pencegahan dini	set-bln	1,00	500.000,00	500.000,00
JUMLAH HARGA PERALATAN					500.000,00
Biaya per bulan					11.566.250,00
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A+B+C) x 27 bulan (810 hari)				312.288.750,00
E.	OVERHEAD & PROFIT 10,0 % x D				31.228.875,00
F.	JUMLAH HARGA				343.517.625,00
G.	JUMLAH DIBULATKAN				343.517.625,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

11. Jenis Pekerjaan : Monitoring Lingkungan Alternatif Penambahan Jam Kerja
Satuan : LS

NO.	KOMPONEN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>				
1.	Tenaga Surveyor (keahlian khusus)	org-bln	1,00	3.440.250,00	3.440.250,00
2.	Pembantu Surveyor (Pekerja)	org-bln	1,00	1.381.500,00	1.381.500,00
JUMLAH HARGA TENAGA					4.821.750,00
B.	<u>BAHAN</u>				
1.	Uji Biologi Kimia Fisika	set-bln	2,00	500.000,00	1.000.000,00
2.	Uji kualitas Air Udara Tanah	set-bln	2,00	200.000,00	400.000,00
3.	Uji kualitas Sedimen	set-bln	2,00	300.000,00	600.000,00
4.	Pembuatan Laporan	set-bln	5,00	25.000,00	125.000,00
JUMLAH HARGA BAHAN					2.125.000,00
C.	<u>PERALATAN</u>				
1.	Alat pengambil sample lingkungan	set-bln	1,00	200.000,00	200.000,00
JUMLAH HARGA PERALATAN					200.000,00
Biaya per bulan					7.146.750,00
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A+B+C) x 27 bulan (810 hari)				192.962.250,00
E.	OVERHEAD & PROFIT 10,0 % x D				19.296.225,00
F.	JUMLAH HARGA				212.258.475,00
G.	JUMLAH DIBULATKAN				212.258.475,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

12. Jenis Pekerjaan : Dewatering Pelaksanaan Bendungan Alternatif Penambahan Jam Kerja
Satuan : LS

NO.	KOMPONEN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	TENAGA				
1.	Pekerja	bulan	1,00	1.903.400,00	1.903.400,00
2.	Mandor	bulan	0,10	2.591.600,00	259.160,00
JUMLAH HARGA TENAGA					2.162.560,00
B.	BAHAN				
JUMLAH HARGA BAHAN					
C.	PERALATAN				
1.	Water pump 2 buah	jam	240,00	36.771,87	17.650.495,34
3.	Pipa & selang	taksir	1,00	5.000,00	5.000,00
4'	Alat Bantu	LS	1,00	2.000,00	2.000,00
JUMLAH HARGA PERALATAN					17.657.495,34
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C) x 12 bulan				237.840.664,10
E.	OVERHEAD & PROFIT 10,0 % x D				23.784.066,41
F.	JUMLAH HARGA				261.624.730,51
G.	JUMLAH DIBULATKAN				261.624.731,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

13. Jenis Pekerjaan : Pembersihan Area Kerja Alternatif Penambahan Jam Kerja
Satuan : m²

NO	URAIAN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH Rp.
A	TENAGA				
1	Pekerja	Jam	0,1008	7.930,83	799,43
2	Mandor	Jam	0,0168	10.798,33	181,41
JUMLAH HARGA TENAGA					980,84
B	BAHAN				
1	Alat bantu (Chainsaw, Parang / kapak)	ls	1,000	500,00	500,00
JUMLAH HARGA BAHAN					500,00
C	PERALATAN				
1	Bulldozer with ripper	jam	0,0016	480.260,55	753,42
2	Wheel loader	jam	0,0026	354.219,17	916,77
3	Dump truck	jam	0,0106	315.633,95	3.334,11
JUMLAH HARGA PERALATAN					5.004,30
Jumlah					6.485,14
Biaya umum dan keuntungan 10 %					648,51
Jumlah					7.133,65
Jumlah dibulatkan					7.134,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

14. Jenis Pekerjaan : Pengupasan Altenatif Penambahan Jam Kerja
Satuan : m²

NO	URAIAN	SATUAN	KUANITTAS	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH Rp.
A	TENAGA				
1	Pekerja	Jam	0,1008	7.930,83	799,43
1	Mandor	Jam	0,0168	10.798,33	181,41
	JUMLAH HARGA TENAGA				980,84
B	B A H A N				
1	Alat bantu	ls	1,0000	25.000,00	25.000,00
	JUMLAH HARGA BAHAN				25.000,00
C	PERALATAN				
1	Bulldozer with ripper	Jam	28,354	480.260,55	13.617.383,09
2	Wheel loader	Jam	82,999	354.219,17	29.399.716,54
3	Dump truck	Jam	105,632	315.633,95	33.341.098,24
	JUMLAH HARGA PERALATAN				76.358.197,86
	Jumlah				76.384.178,70
	Harga pekerjaan per Ha				76.384.178,70
	Harga satuan pekerjaan per m2				7.638,42
	Biaya umum dan keuntungan	10 %			763,84
	Jumlah				8.402,26
	Jumlah dibulatkan				8.402,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

15. Jenis Pekerjaan : Galian Tanah Mekanis Alternatif Penambahan Jam Kerja
Satuan : m³

NO	URAIAN	SATUAN	KUANITTAS	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH Rp.
A	TENAGA				
1	Pekerja	Jam	0,3090	7.930,83	2.450,63
2	Mandor	Jam	0,0309	10.798,33	333,67
B	B A H A N				
1	Alat bantu	set	0,0250	10.000,00	250,00
C	PERALATAN				
1	Excavator	Jam	0,0132	430.799,52	5.684,38
2	Dump truck	Jam	0,0396	315.633,95	12.509,83
	Jumlah				21.228,51
	Biaya umum dan keuntungan	10 %			2.122,85
	Jumlah				23.351,36
	Jumlah dibulatkan				23.351,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

16. Jenis Pekerjaan : Galian Batu Mekanis Alternatif Penambahan Jam Kerja
Satuan : m³

NO	URAIAN	SATUAN	KUANITTAS	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH Rp.
A	TENAGA				
1	Pekerja	Jam	0,1750	7.930,83	1.387,90
2	Mandor	Jam	0,0175	10.798,33	188,97
B	B A H A N				
1	Alat bantu	set	0,0300	10.000,00	300,00
C	PERALATAN				
1	Excavator w/ Hydraulic Rock Breaker	Jam	0,0552	480.235,0204	26.487,32
2	Excavator 80-140 Hp	Jam	0,0132	430.799,5207	5.684,38
3	Dump Truck 12 M3	Jam	0,0775	315.633,9504	24.477,29
	Jumlah				58.525,86
	Biaya umum dan keuntungan	10 %			5.852,59
	Jumlah				64.378,44
	Jumlah dibulatkan				64.378,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

17. Jenis Pekerjaan : Timbunan Material Kedap Air (Inti) Alternatif Penambahan Jam Kerja
Satuan : m³

NO	URAIAN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH Rp.
A	TENAGA				
1	Pekerja	Jam	0,1575	7.930,83	1.249,11
2	Mandor	Jam	0,0263	10.798,33	284,00
B	B A H A N				
1	Urugan pilihan	m3	1,2000	-	-
C	PERALATAN				
1	Buldozer	Jam	0,0073	480.260,55	3.482,48
2	Vibrator roller (sheep foot)	Jam	0,0096	263.098,39	2.515,76
3	Water Tanker	Jam	0,0029	232.159,41	669,91
4	Excavator 80-140 Hp	Jam	0,0144	430.799,5207	6.201,14
5	Dump truck	Jam	0,0407	315.633,95	12.851,96
	Jumlah				27.254,35
	Biaya umum dan keuntungan	10 %			2.725,43
	Jumlah				29.979,78
	Jumlah dibulatkan				29.980,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

18. Jenis Pekerjaan : Timbunan Material Random Alternatif Penambahan Jam Kerja
Satuan : m³

NO	URAIAN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH Rp.
A	TENAGA				
1	Pekerja	Jam	0,1575	7.930,83	1.249,11
2	Mandor	Jam	0,0263	10.798,33	284,00
B	B A H A N				
1	Tanah/ batuan random	m3	1,2000	-	-
C	PERALATAN				
1	Buldozer	Jam	0,0050	480.260,55	2.410,95
2	Vibrator roller	Jam	0,0066	263.098,39	1.725,09
3	Dump Truck	Jam	0,0407	315.633,95	12.851,96
4	Excavator 80-140 Hp	Jam	0,0144	430.799,5207	6.201,14
	Jumlah				24.722,24
	Biaya umum dan keuntungan	10 %			2.472,22
	Jumlah				27.194,47
	Jumlah dibulatkan				27.194,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

19. Jenis Pekerjaan : Timbunan Material Filter Alternatif Penambahan Jam Kerja
Satuan : m³

NO	URAIAN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH Rp.
A	TENAGA				
1	Pekerja	Jam	0,1575	7.930,83	1.249,11
2	Mandor	Jam	0,0263	10.798,33	284,00
B	B A H A N				
1	Urugan agregat halus	m3	1,2000	145.000,00	174.000,00
C	PERALATAN				
1	Wheel Loader	Jam	0,0119	354.219,17	4.215,01
2	Dump truck	jam	0,0407	315.633,95	12.851,96
3	Buldozer	jam	0,0073	480.260,55	3.482,48
4	Vibratory roller	jam	0,0096	263.098,39	2.515,76
	Jumlah				198.598,31
	Biaya umum dan keuntungan	10 %			19.859,83
	Jumlah				218.458,14
	Jumlah dibulatkan				218.458,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

20. Jenis Pekerjaan : Timbunan Rip-rap Alternatif Penambahan Jam Kerja
Satuan : m³

NO	URAIAN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH Rp.
A	TENAGA				
1	Pekerja	Jam	1,1230	7.930,83	8.906,33
2	Mandor	Jam	0,1123	10.798,33	1.212,65
B	B A H A N				
1	Batu diameter 40 cm ~ 100 cm	m3	1,2000	165.000,00	198.000,00
C	PERALATAN				
1	Excavator (Muat)	jam	0,0324	430.799,5207	13.952,57
2	Excavator (menyusun)	jam	0,0324	430.799,5207	13.952,57
3	Dump truck	jam	0,0407	315.633,95	12.851,96
4	Alat bantu	set	0,1500	10.000,00	1.500,00
	Jumlah				248.876,07
	Biaya umum dan keuntungan	10 %			24.887,61
	Jumlah				273.763,68
	Jumlah dibulatkan				273.764,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

21. Jenis Pekerjaan : Timbunan Tanah Kembali Alternatif Penambahan Jam Kerja
Satuan : m³

NO	URAIAN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH Rp.
A	TENAGA				
1	Pekerja	Jam	1,3130	7.930,83	10.413,18
2	Mandor	Jam	0,0880	10.798,33	950,25
B	B A H A N				
1	Alat bantu	set	0,0400	10.000,00	400,00
C	PERALATAN				
1	Vibrator Roller	Jam	0,0066	263.098,39	1.725,09
2	Three Wheel Roller	Jam	0,0071	171.173,89	1.222,13
	Jumlah				14.710,66
	Biaya umum dan keuntungan	10 %			1.471,07
	Jumlah				16.181,72
	Jumlah dibulatkan				16.182,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

22. Jenis Pekerjaan : Beton Non Struktur/Lantai Kerja K-100 Alternatif Penambahan Jam
Kerja
Satuan : m³

NO	URAIAN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH Rp.
A	TENAGA				
1	Pekerja	Jam	8,000	7.930,83	63.446,67
2	Tukang	Jam	1,104	10.242,92	11.308,18
3	Kepala Tukang	Jam	0,144	11.353,75	1.634,94
4	Mandor	Jam	0,400	10.798,33	4.319,33
B	B A H A N				
1	Batu Kerikil	kg	1.012,000	236,25	239.085,00
2	Pasir cor	kg	828,000	203,00	168.084,00
3	PC	kg	247,000	1.400,00	345.800,00
4	Air	liter	215,000	50,00	10.750,00
5	Alat bantu	set	1,250	5.000,00	6.250,00
C	PERALATAN				
1	Batching Plant	Jam	0,075	964.842,76	72.653,82
2	Concrete pump	Jam	0,100	235.550,84	23.649,68
3	Water tanker	Jam	0,009	232.159,41	2.138,23
4	Water pump	Jam	0,027	36.771,87	1.006,90
5	Dump Truck	Jam	0,041	296.055,60	12.136,59
	Jumlah				962.263,34
	Biaya umum dan keuntu	10 %			96.226,33
	Jumlah				1.058.489,68
	Jumlah dibulatkan				1.058.490,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

23. Jenis Pekerjaan : Beton Non Struktur/Lantai Kerja K-175 Alternatif Penambahan Jam
Kerja
Satuan : m³

NO	URAIAN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH Rp.
A	TENAGA				
1	Pekerja	Jam	8,000	7.930,83	63.446,67
2	Tukang	Jam	1,104	10.242,92	11.308,18
3	Kepala Tukang	Jam	0,144	11.353,75	1.634,94
4	Mandor	Jam	0,400	10.798,33	4.319,33
B	B A H A N				
1	Batu pecah	kg	1.029,000	236,25	243.101,25
2	Pasir cor	kg	760,000	195,75	148.770,00
3	PC	kg	326,000	1.400,00	456.400,00
4	Air	liter	215,000	50,00	10.750,00
5	Alat bantu	set	1,250	5.000,00	6.250,00
C	PERALATAN				
1	Batching Plant	Jam	0,075	964.842,76	72.653,82
2	Concrete pump	Jam	0,100	235.550,84	23.649,68
3	Concrete Vibrator	Jam	0,402	43.832,81	17.603,54
4	Water Tanker	Jam	0,009	232.159,41	2.138,23
5	Water pump	Jam	0,027	36.771,87	1.006,90
6	Dump Truck	Jam	0,041	296.055,60	12.136,59
	Jumlah				1.075.169,13
	Biaya umum dan keuntu	10 %			107.516,91
	Jumlah				1.182.686,04
	Jumlah dibulatkan				1.182.686,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

24. Jenis Pekerjaan : Beton Non Struktur/Lantai Kerja K-225 Alternatif Penambahan Jam Kerja

Satuan : m³

NO	URAIAN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH Rp.
A	TENAGA				
1	Pekerja	Jam	8,0000	7.930,83	63.446,67
2	Tukang	Jam	1,1040	10.242,92	11.308,18
3	Kepala Tukang	Jam	0,1440	11.353,75	1.634,94
4	Mandor	Jam	0,4000	10.798,33	4.319,33
B	B A H A N				
1	Batu pecah	kg	1.047,00	236,25	247.353,75
2	Pasir cor	kg	689,00	195,75	134.871,75
3	PC	kg	371,00	1.400,00	519.400,00
4	Air	liter	215,00	50,00	10.750,00
5	Alat bantu	set	1,2500	5.000,00	6.250,00
C	PERALATAN				
1	Batching Plant	Jam	0,075	964.842,76	72.653,82
2	Concrete pump	Jam	0,100	235.550,84	23.649,68
3	Concrete Vibrator	Jam	0,402	43.832,81	17.603,54
4	Water Tanker	Jam	0,009	232.159,41	2.138,23
5	Water pump	Jam	0,027	36.771,87	1.006,90
6	Dump Truck	Jam	0,041	296.055,60	12.136,59
	Jumlah				1.128.523,38
	Biaya umum dan keuntu	10 %			112.852,34
	Jumlah				1.241.375,72
	Jumlah dibulatkan				1.241.376,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

25. Jenis Pekerjaan : Besi Tulangan Beton Ulir Alternatif Penambahan Jam Kerja

Satuan : kg

NO	URAIAN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH Rp.
A	TENAGA				
1	Pekerja	Jam	0,124	7.930,83	983,42
2	Tukang	Jam	0,248	10.242,92	2.540,24
3	Kepala Tukang	Jam	0,025	11.353,75	281,57
4	Mandor	Jam	0,031	10.798,33	334,75
B	B A H A N				
1	Besi beton ulir	kg	1,100	14.000,00	15.400,00
C	PERALATAN				
1	Bar Bender	set	0,020	10.000,00	200,00
	Jumlah				19.739,99
	Biaya umum dan keuntu	10 %			1.974,00
	Jumlah				21.713,99
	Jumlah dibulatkan				21.714,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

26. Jenis Pekerjaan : Bekisting Tipe Ekspose Alternatif Penambahan Jam Kerja
Satuan : m²

NO	URAIAN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH Rp.
A	TENAGA				
1	Pekerja	Jam	2,000	7.930,83	15.861,67
2	Kepala Tukang	Jam	0,480	11.353,75	5.449,80
3	Tukang	Jam	4,800	10.242,92	49.166,00
4	Mandor	Jam	0,096	10.798,33	1.036,64
B	B A H A N				
1	Paku 5 cm dan 7 cm	kg	0,350	15.000,00	5.250,00
2	Multipleks 12 mm	lembar	0,350	524.600,32	183.610,11
3	Dolken 8~10 cm	m3	0,028	2.100.000,00	58.800,00
4	Minyak bekisting	set	0,028	10.000,00	280,00
C	PERALATAN				
1	Alat bantu	set	0,500	10.000,00	5.000,00
Jumlah					324.454,22
Bisa digunakan 2 kali (= jumlah : 2)					162.227,11
Biaya umum dan keuntu 10 %					16.222,71
Jumlah					178.449,82
Jumlah dibulatkan					178.450,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

27. Jenis Pekerjaan : Pasangan Batu 1 : 4 Didatangkan Alternatif Penambahan Jam Kerja
Satuan : m³

NO	URAIAN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH Rp.
A	TENAGA				
1	Pekerja	Jam	8,2200	7.930,83	65.191,45
2	Tukang	Jam	2,7400	10.242,92	28.065,59
3	Mandor	Jam	1,0740	10.798,33	11.597,41
B	B A H A N				
1	PC	kg	163,0000	1.750,00	285.250,00
2	Batu belah	m3	1,2000	165.000,00	198.000,00
3	Pasir Pasang	m3	0,5200	127.000,00	66.040,00
C	PERALATAN				
1	Concrete Mixer	Jam	0,0803	52.635,42	4.227,74
2	Alat bantu	set	0,1350	10.000,00	1.350,00
Jumlah					659.722,20
Biaya umum dan keuntung: 10 %					65.972,22
Jumlah					725.694,42
Jumlah dibulatkan					725.694,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

28. Jenis Pekerjaan : Hand Rail Alternatif Penambahan Jam Kerja

Satuan : m

NO	URAIAN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH Rp.
A	TENAGA				
1	Pekerja	Jam	0,1750	7.930,83	1.387,90
2	Tukang	Jam	0,3500	10.242,92	3.585,02
B	B A H A N				
1	Pipa GIV (3") Medium	m'	1,0500	84.166,67	88.375,00
2	Cat	kg	0,0068	54.000,00	367,20
3	Beton K175	m3	0,0090	1.162.639,00	10.463,75
4	Tulangan beton	kg	1,1536	14.000,00	16.150,02
C	PERALATAN				
1	Alat Bantu (bar bender, cutter, las)	Ls	1,0000	10.000,00	10.000,00
	Jumlah				130.328,89
	Biaya umum dan keuntung:	10 %			13.032,89
	Jumlah				143.361,78
	Jumlah dibulatkan				143.362,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

29. Jenis Pekerjaan : Plesteran 1 : 3 Alternatif Penambahan Jam Kerja

Satuan : m²

NO	URAIAN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH Rp.
A	TENAGA				
1	Pekerja	Jam	2,4500	7.930,83	19.430,54
2	Tukang	Jam	1,1900	10.242,92	12.189,07
3	Mandor	Jam	0,1400	10.798,33	1.511,77
B	B A H A N				
1	PC	kg	10,4700	1.750,00	18.322,50
2	Pasir Pasang	m3	0,0150	127.000,00	1.905,00
C	PERALATAN				
1	Alat bantu	set	0,1000	10.000,00	1.000,00
	Jumlah				54.358,88
	Biaya umum dan keuntung:	10 %			5.435,89
	Jumlah				59.794,77
	Jumlah dibulatkan				59.795,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

30. Jenis Pekerjaan : Siaran 1 : 2 Alternatif Penambahan Jam Kerja
Satuan : m²

NO	URAIAN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH Rp.
A	TENAGA				
1	Pekerja	Jam	2,5200	7.930,83	19.985,70
2	Tukang	Jam	0,8400	10.242,92	8.604,05
3	Mandor	Jam	0,1260	10.798,33	1.360,59
B	BAHAN				
1	PC	kg	4,0400	1.750,00	7.070,00
2	Pasir Pasang	m2	0,0097	127.000,00	1.231,90
C	PERALATAN				
3	Alat bantu	set	0,0100	10.000,00	100,00
Jumlah					38.352,24
Biaya umum dan keuntung: 10 %					3.835,22
Jumlah					42.187,46
Jumlah dibulatkan					42.187,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

31. Jenis Pekerjaan : Pengeboran Rotary untuk Consolidation Grouting Alternatif
Penambahan Jam Kerja

Satuan : m

NO.	KOMPONEN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>				
1.	Bor Master	hari	0,25	160.500,00	40.125,00
2.	Pekerja	hari	1,50	114.675,00	172.012,50
JUMLAH HARGA TENAGA					212.137,50
B.	<u>BAHAN</u>				
1.	Casing GIP 4" ~ 5"	m	0,10	100.000,00	10.000,00
2.	BBm Mesin Bor, Solar	liter	5,00	11.818,18	59.090,91
3.	BBm waterpump, Solar	liter	3,00	11.818,18	35.454,55
4.	Mata bor batuan (widya)	Ls	0,33	250.000,00	83.333,33
5.	Additive	kg	2,00	15.000,00	30.000,00
JUMLAH HARGA BAHAN					217.878,79
C.	<u>PERALATAN</u>				
1.	Mesin Bor & penggerak	m	0,010	15.000.000,00	150.000,00
2.	Water pump Sachin (2)	m	0,003	7.500.000,00	25.000,00
3.	Faktor pindah alat	moving	0,020	350.000,00	7.000,00
4.	Faktor mobilisasi alat	mob	0,002	5.000.000,00	8.333,33
JUMLAH HARGA PERALATAN					190.333,33
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)/ meter				620.349,62
E.	OVERHEAD & PROFIT 10,0 % x D				62.034,96
F.	JUMLAH HARGA				682.384,58
G.	JUMLAH DIBULATKAN				682.385,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

32. Jenis Pekerjaan : Pengeboran Rotary untuk Sub-Curtain Grouting Alternatif
Penambahan Jam Kerja

Satuan : m

NO.	KOMPONEN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>				
1.	Bor Master	hari	0,26	160.500,00	41.688,31
2.	Pekerja (6)	hari	1,56	114.675,00	178.714,29
	JUMLAH HARGA TENAGA				220.402,60
B.	<u>BAHAN</u>				
1.	Casing GIP 4" ~ 5"	m	0,10	100.000,00	10.000,00
2.	BBm Mesin Bor, Solar	liter	5,00	11.818,18	59.090,91
3.	BBm waterpump, Solar	liter	3,00	11.818,18	35.454,55
4.	Mata bor batuan (widya)	Ls	0,33	250.000,00	83.333,33
5.	Additive	kg	2,00	15.000,00	30.000,00
	JUMLAH HARGA BAHAN				217.878,79
C.	<u>PERALATAN</u>				
1.	Mesin Bor & penggerak	m	0,010	15.000.000,00	150.000,00
2.	Water pump Sachn (2)	m	0,003	7.500.000,00	25.000,00
3.	Faktor pindah alat	moving	0,020	350.000,00	7.000,00
4.	Faktor mobilisasi alat	mob	0,002	5.000.000,00	8.333,33
	JUMLAH HARGA PERALATAN				190.333,33
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)/ meter				628.614,72
E.	OVERHEAD & PROFIT 10,0 % x D				62.861,47
F.	JUMLAH HARGA				691.476,19
G.	JUMLAH DIBULATKAN				691.476,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

33. Jenis Pekerjaan : Pengeboran Rotary untuk Curtain Grouting Alternatif
Penambahan Jam Kerja

Satuan : m

NO.	KOMPONEN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>				
1.	Bor Master	hari	0,27	160.500,00	43.378,38
2.	Pekerja (6)	hari	1,62	114.675,00	185.959,46
	JUMLAH HARGA TENAGA				229.337,84
B.	<u>BAHAN</u>				
1.	Casing GIP 4" ~ 5"	m	0,10	100.000,00	10.000,00
2.	BBm Mesin Bor, Solar	liter	5,00	11.818,18	59.090,91
3.	BBm waterpump, Solar	liter	3,00	11.818,18	35.454,55
4.	Mata bor batuan (widya)	Ls	0,33	250.000,00	83.333,33
5.	Additive	kg	2,00	15.000,00	30.000,00
	JUMLAH HARGA BAHAN				217.878,79
C.	<u>PERALATAN</u>				
1.	Mesin Bor & penggerak	m	0,010	15.000.000,00	150.000,00
2.	Water pump sanchin (2)	m	0,003	7.500.000,00	25.000,00
3.	Faktor pindah alat	moving	0,020	350.000,00	7.000,00
4.	Faktor mobilisasi alat	mob	0,002	5.000.000,00	8.333,33
	JUMLAH HARGA PERALATAN				190.333,33
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)/ meter				637.549,96
E.	OVERHEAD & PROFIT 10,0 % x D				63.755,00
F.	JUMLAH HARGA				701.304,95
G.	JUMLAH DIBULATKAN				701.305,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

34. Jenis Pekerjaan : Grouting pada Batuan Pondasi dan Terowongan Alternatif
Jam Kerja

Satuan : ton

NO.	KOMPONEN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN (Rp.)	JUMLAH HARGA (Rp.)
A.	<u>TENAGA</u>				
1.	Pembantu Tukang	jam	2,8250	7.930,83	22.404,60
2.	Tukang	jam	2,8250	10.242,92	28.936,24
3	Mandor	jam	0,4700	10.798,33	5.075,22
JUMLAH HARGA TENAGA					56.416,06
B.	<u>BAHAN</u>				
1	Semen	Kg	1.060	1.400,00	1.483.650,00
2	Agregat Halus	Kg	2.331	454,96	1.060.714,29
JUMLAH HARGA BAHAN					2.544.364,29
C.	<u>PERALATAN</u>				
1.	Air Compresor	jam	0,4708	119.470,74	56.246,82
2.	Pompa dan alat injeksi	jam	0,4708	159.019,14	74.866,21
3.	Alat pencampur bahan	jam	0,4708	52.635,42	24.780,76
4'	Alat Bantu	LS		50.000,00	50.000,00
JUMLAH HARGA PERALATAN					205.893,79
D.	JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C) : 1,8 t/m³				1.559.263,41
E.	OVERHEAD & PROFIT 10,0 % x D				155.926,34
	JUMLAH HARGA				1.715.189,75
F.	JUMLAH DIBULATKAN				1.715.190,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

35. Jenis Pekerjaan : Produksi dan Hamparan Laston Lapis Aus AC-WC Alternatif
Penambahan Jam Kerja

Satuan : m²

NO	URAIAN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH Rp.
A	<u>TENAGA</u>				
1	Pekerja	Jam	0,0190	7.930,83	150,49
2	Mandor	Jam	0,0027	10.798,33	29,26
B	<u>BAHAN</u>				
1	Agregat kasar	m ³	0,0344	145.000,00	4.984,38
2	Agregat halus	m ³	0,0298	175.000,00	5.209,75
3	Fraksi Filler	kg	1,2375	1.605,00	1.986,19
4	Aspal	kg	6,7331	13.000,00	87.530,63
C	<u>PERALATAN</u>				
1	Wheel loader	Jam	0,0020	354.219,17	711,28
2	AMP	Jam	0,0027	1.312.035,86	3.555,62
3	Genset	Jam	0,0027	307.010,67	832,00
4	Dump Truck	Jam	0,0123	315.633,95	3.881,76
5	Aspal Finisher	Jam	0,0007	177.388,72	129,53
6	Tandem Roller	Jam	0,0022	182.016,53	391,34
7	Tire Roller	Jam	0,0016	213.187,68	342,17
8	Alat bantu @ 3 alat	Ls	1,0000	5.000,00	5.000,00
	Jumlah				114.734,38
	Biaya umum dan keuntungan 10 %				11.473,44
	jumlah				126.207,81
	Jumlah dibulatkan			per M2	126.208,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

36. Jenis Pekerjaan : Prime Coat Alternatif Penambahan Jam Kerja

Satuan : m³

NO	URAIAN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH Rp.
A	TENAGA				
1	Pekerja	Jam	0,0301	7.930,83	238,72
2	Mandor	Jam	0,0060	10.798,33	64,79
B	B A H A N				
1	Aspal	m2	0,6294	13.000,00	8.182,20
2	Kerosene/minyak tanah industri	ltr	0,4889	11.000,00	5.377,90
C	PERALATAN				
1	Aspal sprayer	Jam	0,0007	69.981,03	51,10
2	Compressor 4.0 - 6.55 l/m	Jam	0,0007	182.868,08	133,53
3	Dump Truck	Jam	0,0410	315.633,95	12.939,19
Jumlah					26.987,43
Biaya umum dan keuntungan 10 %					2.698,74
jumlah					29.686,17
Jumlah dibulatkan					29.686,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

37. Jenis Pekerjaan : Base Course (LPA) Alternatif Penambahan Jam Kerja

Satuan : m³

NO	URAIAN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH Rp.
A	TENAGA				
1	Pekerja	Jam	0,0496	7.930,83	393,37
2	Mandor	Jam	0,0071	10.798,33	76,67
B	B A H A N				
1	Material Sub Base Course (Kelas A)	m3	1,2000	165.000,00	198.000,00
C	PERALATAN				
1	Wheel loader	Jam	0,0067	354.219,17	2.370,94
2	Dump Truck	Jam	0,0410	315.633,95	12.939,19
3	Motor grader	Jam	0,0154	380.888,81	5.877,91
4	Vibrator Roller	Jam	0,0054	263.098,39	1.427,86
5	Water Tanker	Jam	0,0060	232.159,41	1.398,55
6	Alat bantu	LS	1,0000	1.500,00	1.500,00
Jumlah					223.984,50
Biaya umum dan keuntungan 10 %					22.398,45
jumlah					246.382,95
Jumlah dibulatkan					246.383,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

38. Jenis Pekerjaan : Sub Base Course (LPB) Alternatif Penambahan Jam Kerja
Satuan : m³

NO	URAIAN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH Rp.
A	TENAGA				
1	Pekerja	Jam	0,0496	7.930,83	393,37
2	Mandor	Jam	0,0071	10.798,33	76,67
B	B A H A N				
1	Material Sub Base Course (Kelas C)	m3	1,2000	120.000,00	120.000,00
C	PERALATAN				
1	Wheel loader	Jam	0,0067	354.219,17	2.370,94
2	Dump Truck	Jam	0,0410	315.633,95	12.939,19
3	Motor grader	Jam	0,0154	380.888,81	5.877,91
4	Vibrator Roller	Jam	0,0054	263.098,39	1.427,86
5	Water Tanker	Jam	0,0060	232.159,41	1.398,55
6	Alat bantu	LS	1,0000	1.500,00	1.500,00
	Jumlah				145.984,50
	Biaya umum dan keuntungan	10 %			14.598,45
	jumlah				160.582,95
	Jumlah dibulatkan				160.583,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

3. Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) dengan Alternatif Penambahan Sumber Daya

1. Jenis Pekerjaan : Mobilisasi dan Demobilisasi Alternatif Penambahan Sumber Daya
Satuan : LS

NO	URAIAN	SATUAN	KUANTITAS	HARGA SATUAN Rp.	JUMLAH Rp.
A	MOBILISASI ALAT				
1	Excavator	bh	21,0	3.500.000,00	73.500.000,00
2	Excavator with rock breaker	bh	43,0	3.500.000,00	150.500.000,00
3	Wheel Loader	bh	3,0	3.500.000,00	10.500.000,00
4	Dump Truck	bh	48,0	1.250.000,00	60.000.000,00
5	Bulldozer	bh	16,0	3.500.000,00	56.000.000,00
6	Motor Grader	bh	1,0	4.000.000,00	4.000.000,00
7	Vibrator Roller	bh	6,0	3.500.000,00	21.000.000,00
8	Water Tanker	bh	3,0	1.250.000,00	3.750.000,00
9	Concrete Mixer	bh	1,0	500.000,00	500.000,00
10	Concrete Vibrator	bh	8,0	500.000,00	4.000.000,00
11	Concrete Pump	bh	3,0	1.250.000,00	3.750.000,00
12	Grouting Machine	set	4,0	3.500.000,00	14.000.000,00
13	Crawler Crane cap. 20 ton	set	1,0	3.500.000,00	3.500.000,00
14	Batching Plant	set	2,0	15.000.000,00	30.000.000,00
15	Drilling Pump	bh	2,0	3.000.000,00	6.000.000,00
16	Grouting Pump	bh	2,0	3.000.000,00	6.000.000,00
	Jumlah A				447.000.000,00
B	DEMOBILISASI ALAT				
1	Excavator	bh	21,0	3.500.000,00	73.500.000,00
2	Excavator with rock breaker	bh	43,0	3.500.000,00	150.500.000,00
3	Wheel Loader	bh	3,0	3.500.000,00	10.500.000,00
4	Dump Truck	bh	48,0	1.250.000,00	60.000.000,00
5	Bulldozer	bh	16,0	3.500.000,00	56.000.000,00
6	Motor Grader	bh	1,0	4.000.000,00	4.000.000,00
7	Vibrator Roller	bh	6,0	3.500.000,00	21.000.000,00
8	Water Tanker	bh	3,0	1.250.000,00	3.750.000,00
9	Concrete Mixer	bh	1,0	500.000,00	500.000,00
10	Concrete Vibrator	bh	8,0	500.000,00	4.000.000,00
11	Concrete Pump	bh	3,0	1.250.000,00	3.750.000,00
12	Grouting Machine	set	4,0	3.500.000,00	14.000.000,00
13	Crawler Crane cap. 20 ton	set	1,0	3.500.000,00	3.500.000,00
14	Batching Plant	set	2,0	15.000.000,00	30.000.000,00
15	Drilling Pump	bh	2,0	3.000.000,00	6.000.000,00
16	Grouting Pump	bh	2,0	3.000.000,00	6.000.000,00
	Jumlah B				447.000.000,00
	Jumlah Total				894.000.000,00
	Biaya umum dan keuntungan	10 %			89.400.000,00
	Jumlah harga				983.400.000,00
	Jumlah dibulatkan				983.400.000,00

Sumber: Data Perhitungan (2018).

(Halaman ini sengaja dikosongkan).

Lampiran 4.

Jadwal Pelaksanaan dan Kurva S

(Halaman ini sengaja dikosongkan).

Lampiran 5.

Survei Lokasi Studi

(Halaman ini sengaja dikosongkan).



Gambar Survei Lokasi Bendungan Gondang



Gambar Lokasi Bendungan Gondang



Gambar Lokasi Bendungan Gondang



Gambar Lokasi Bendungan Gondang



Gambar Lokasi Bendungan Gondang



Gambar Akses Jalan untuk Mobilisasi Alat Berat pada Bendungan Gondang



Gambar Akses Jalan untuk Mobilisasi Alat Berat pada Bendungan Gondang



Gambar Lokasi *Main Dam* Bendungan Gondang



Gambar Lokasi *Main Dam* Bendungan Gondang



Gambar Lokasi *Spillway* Bendungan Gondang



Gambar Lokasi *Spillway* Bendungan Gondang



Gambar Lokasi *Borrow Area* pada Bendungan Gondang



Gambar Lokasi *Borrow Area* pada Bendungan Gondang



Gambar Papan Peringatan K3 pada Bendungan Gondang



Gambar Papan Peringatan K3 pada Bendungan Gondang



Gambar Papan Peringatan K3 pada Bendungan Gondang



Gambar Papan Peringatan K3 pada Bendungan Gondang



Gambar Papan Peringatan K3 pada Bendungan Gondang



Gambar Papan Peringatan K3 pada Bendungan Gondang



Gambar Papan Peringatan K3 pada Bendungan Gondang



Gambar Papan Peringatan K3 pada Bendungan Gondang



Gambar Papan Peringatan K3 pada Bendungan Gondang



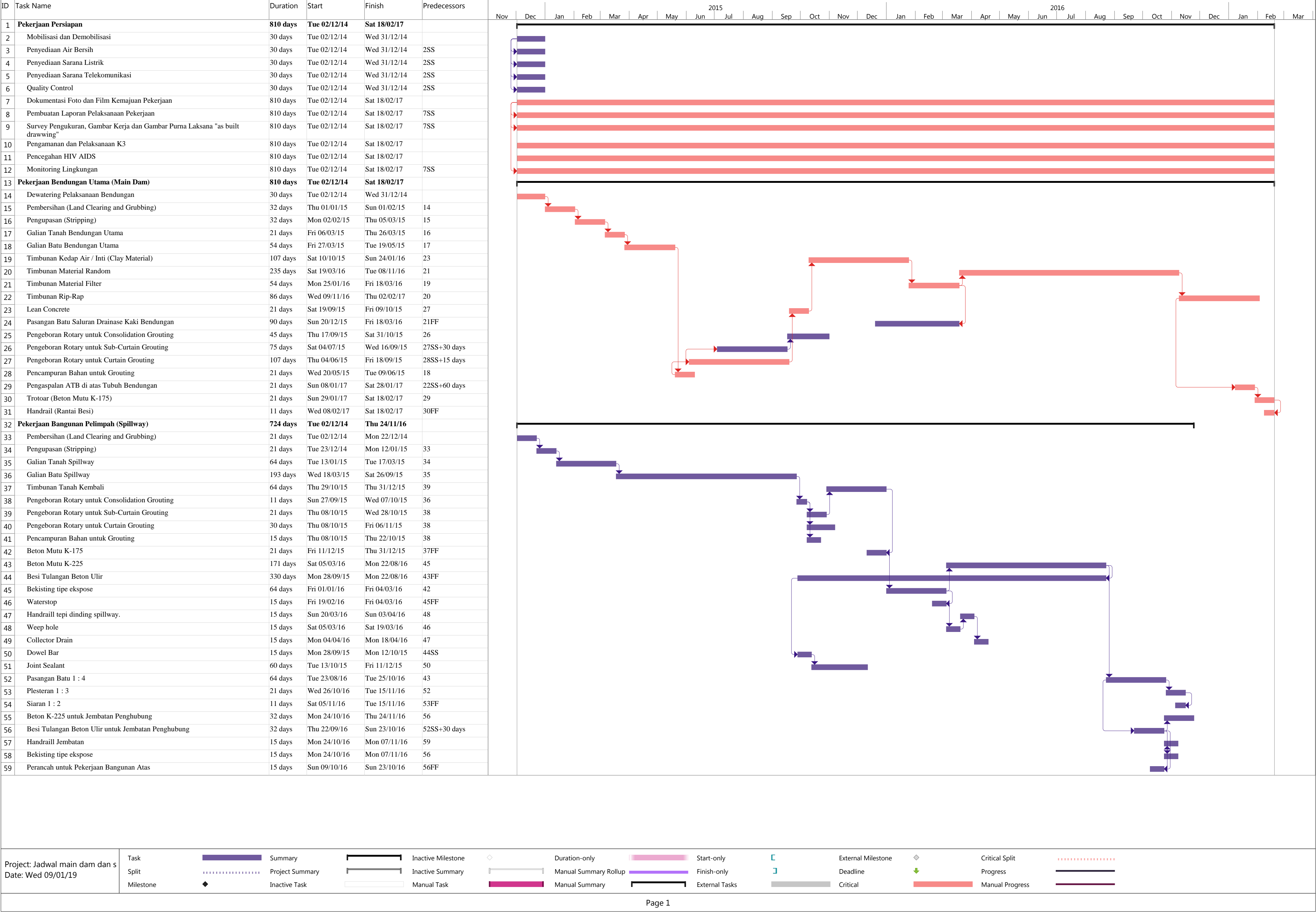
Gambar Papan Peringatan K3 pada Bendungan Gondang



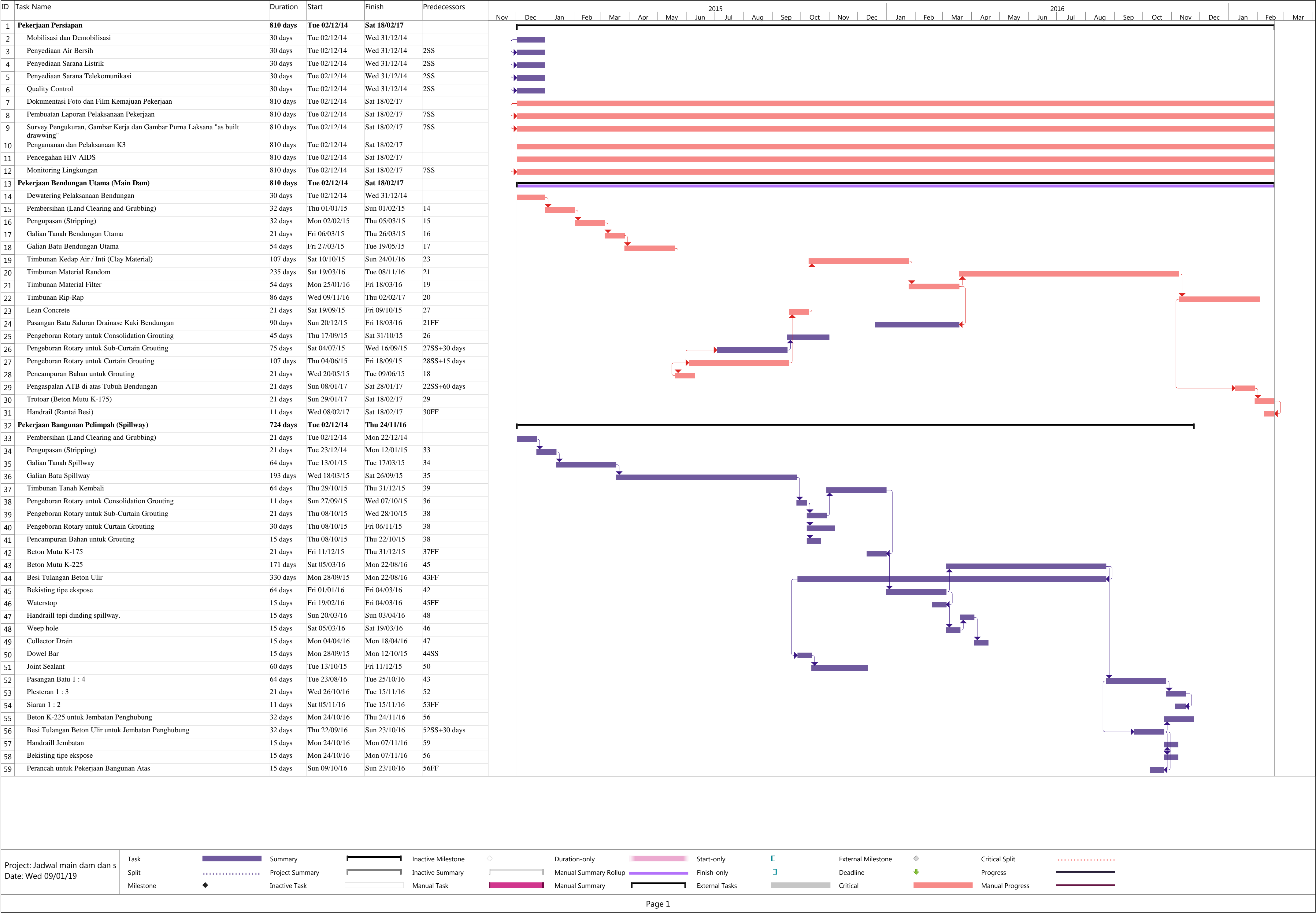
Gambar Papan Peringatan K3 pada Bendungan Gondang

(Halaman ini sengaja dikosongkan).

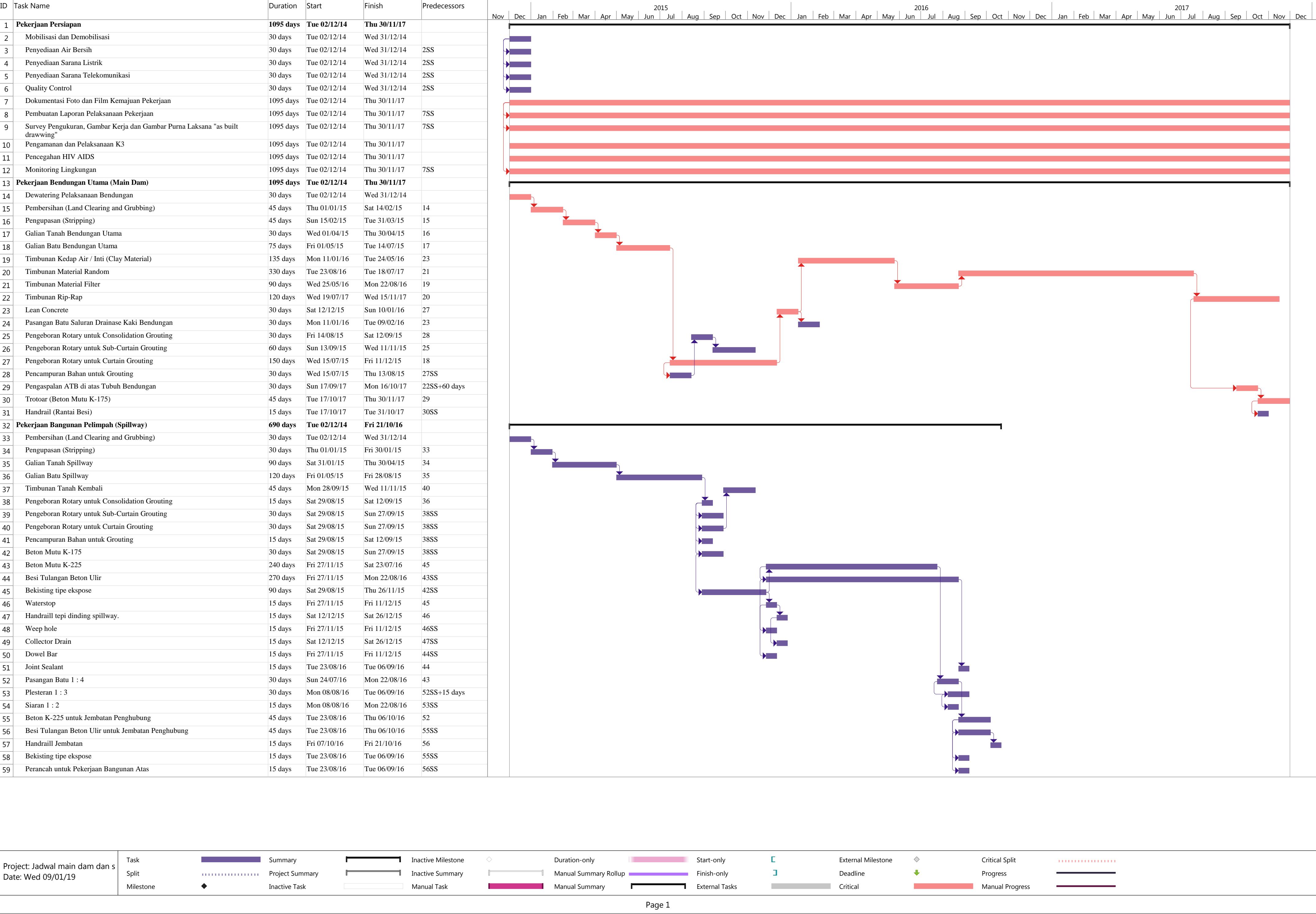
Jadwal Pelaksanaan Konstruksi *Main Dam* dan *Spillway* pada Bendungan Gondang dengan Alternatif Penambahan Jam Kerja



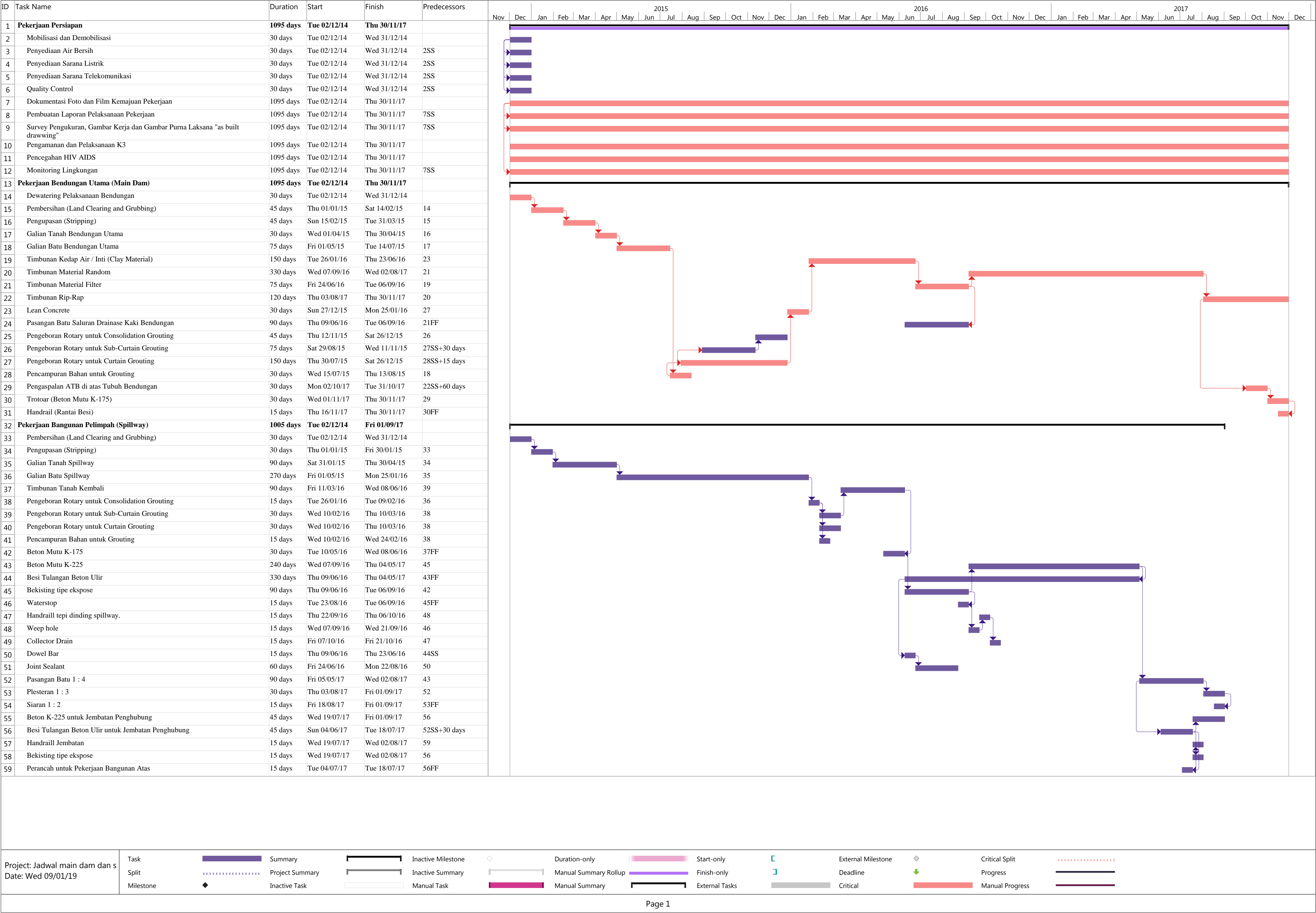
Jadwal Pelaksanaan Konstruksi *Main Dam* dan *Spillway* pada Bendungan Gondang dengan Alternatif Penambahan Sumber Daya



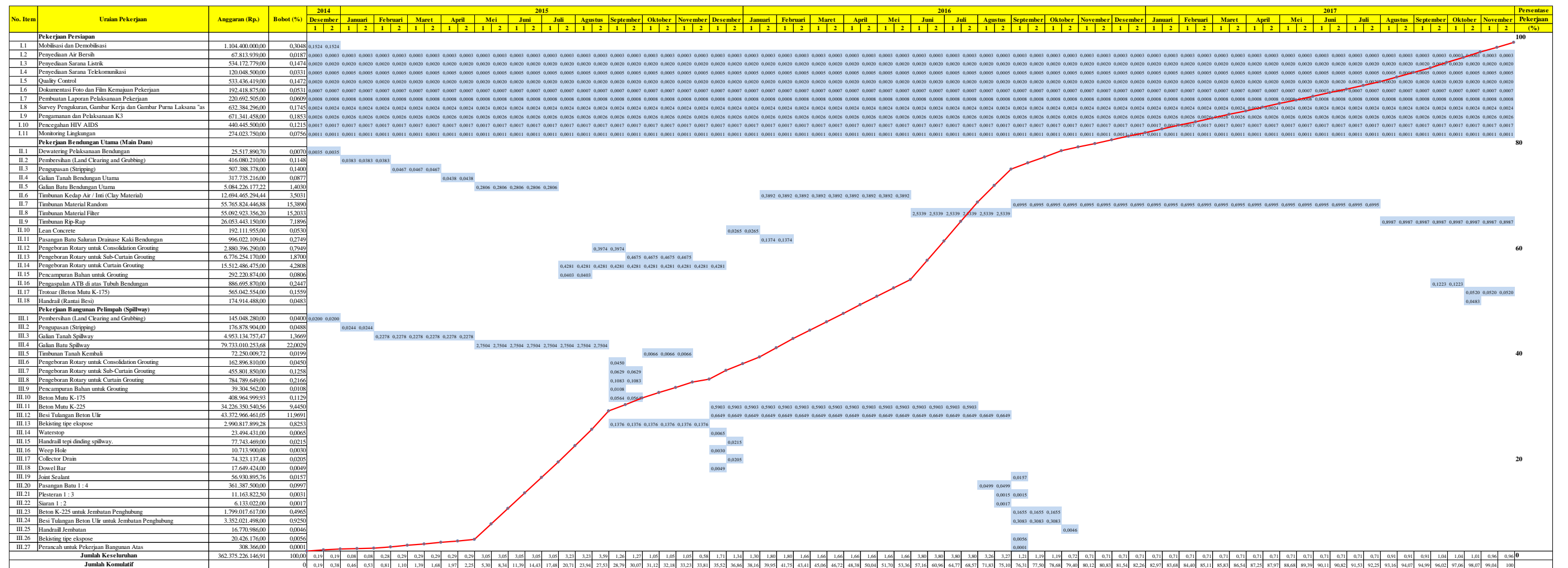
Jadwal Pelaksanaan Konstruksi *Main Dam* dan *Spillway* pada Bendungan Gondang Sebelum Dioptimasi



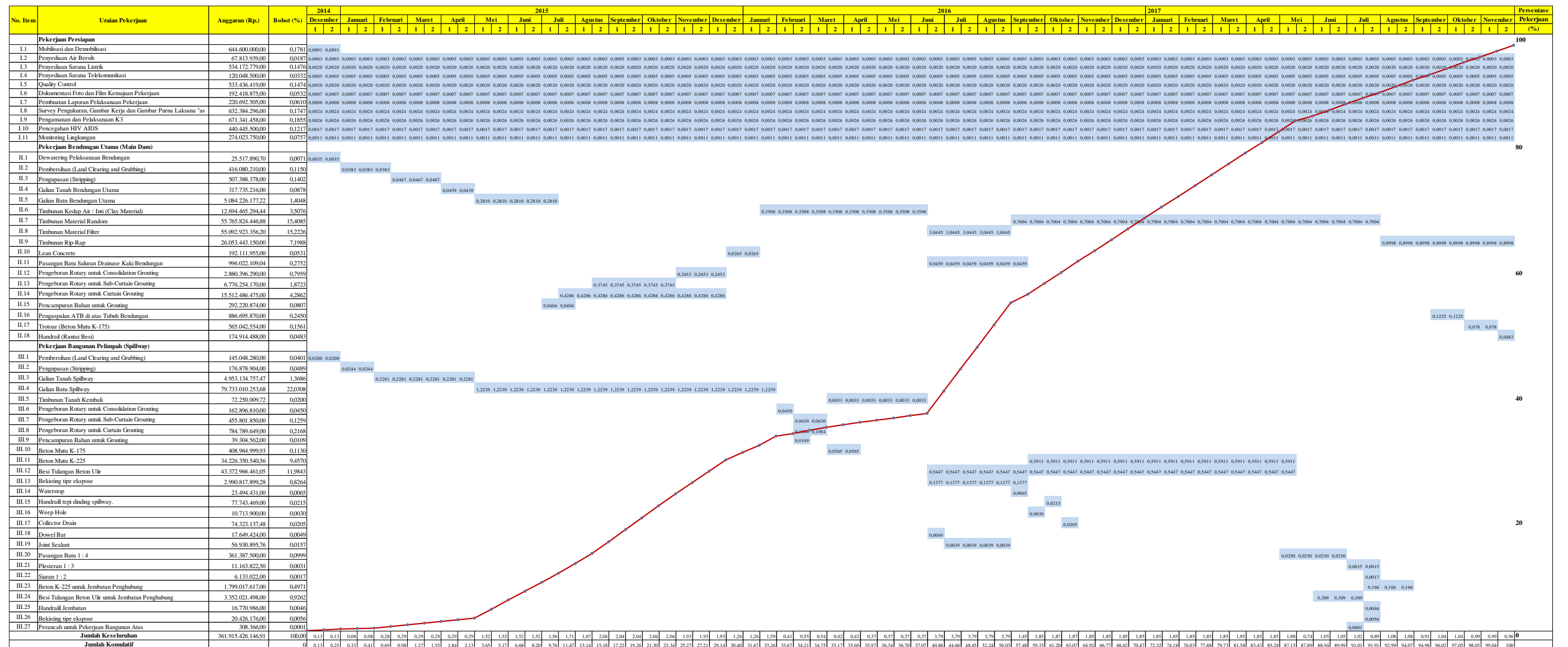
Jadwal Pelaksanaan Konstruksi *Main Dam* dan *Spillway* pada Bendungan Gondang Setelah Dioptimasi



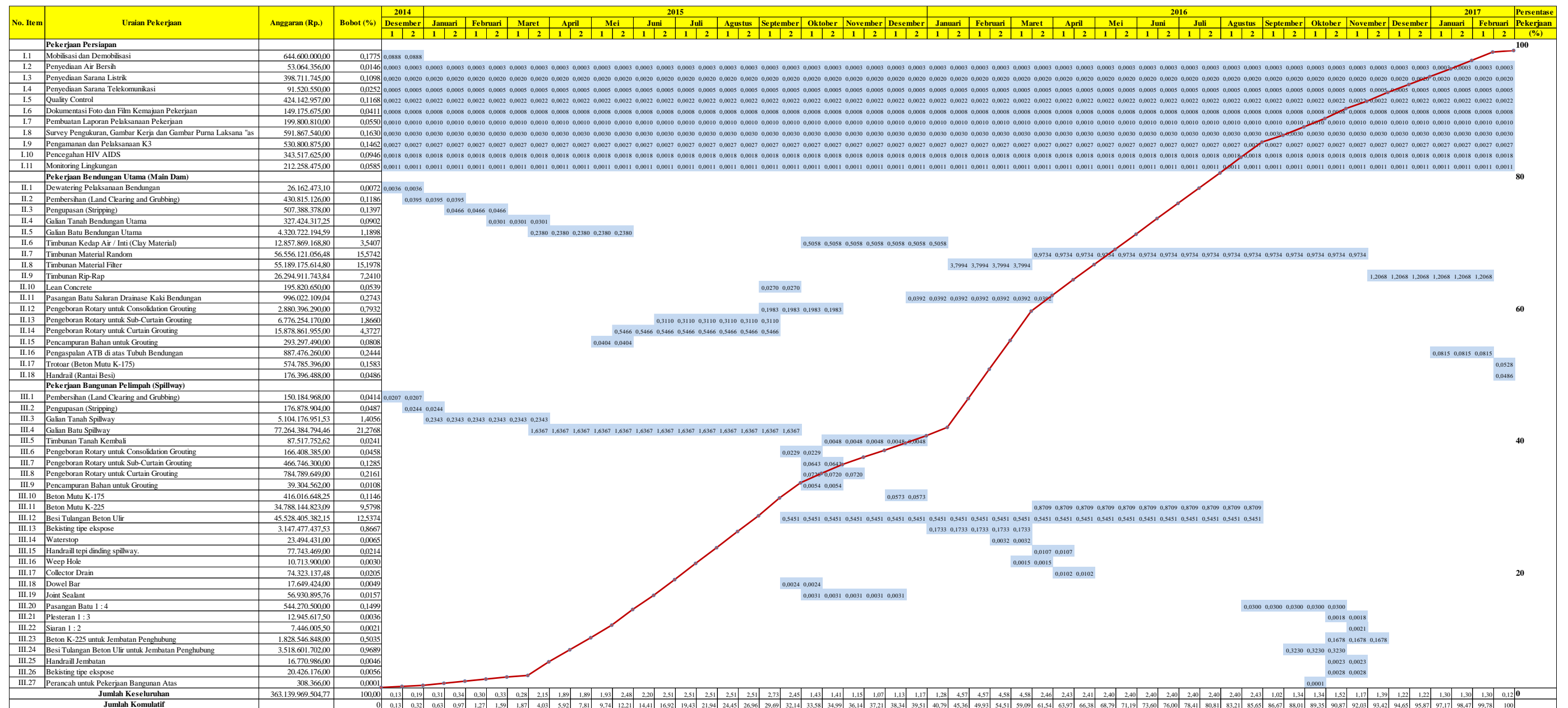
Kurva “S” Pelaksanaan Konstruksi *Main Dam* dan *Spillway* pada Bendungan Gondang Sebelum Dioptimasi



Kurva “S” Pelaksanaan Konstruksi *Main Dam* dan *Spillway* pada Bendungan Gondang Setelah Dioptimasi



Kurva “S” Pelaksanaan Konstruksi *Main Dam* dan *Spillway* pada Bendungan Gondang dengan Penambahan Jam Kerja



Kurva “S” Pelaksanaan Konstruksi *Main Dam* dan *Spillway* pada Bendungan Gondang dengan Penambahan Sumber Daya

